6192

Biblioteka Jagiellońska.

III 6192

No. 6192

folia continens 132

compactura munitus m. Maio 1904

6192 fol. 132

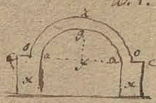
Sklepienia

Powała nad pokojem, piwnicą, lub inną przestrzenią zrobiona z muru ceglanego lub kamiennego zowie się Sklepieniem. — Kränik Gewölbe legty raz i kamieniu tak układane że się wzaiemnie utrzymuią.

Ażeby ten mur się mógł utrzymać potrzeba ażeby części z których się składa wzaiemny sobie odpor dawały i dostateczny przeciw sile ciężkości która na każdą część działa bezprzestannie — potrzeba więc ażeby był wypukłym —

Wystawiaiąc sobie Sklepienie w przekroiu — linia aga iest wgiętością Sklepienia linia ozo wypukłością iego — gz gruboscią przy kluczu — oa grubością przy oporach — czyli posada sklepien widerlager

(w.1.)



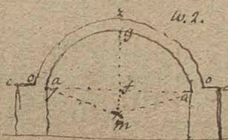
Mury xx zowią się nogami Sklepien lub murami podsklepiennemi — Grubość ich ac iest grubością przy posadzie — Odległość punktów a a Szerokością Sklepienia czyli Sprzegien Sklepienia Spannweite, linia gf pionowa na środku linii aa wyprowadzona aż do sklepienia w g iest wysokością Sklepienia —

Wgiętości Sklepien aga mogą bydź rozmaite: zataczane iednym zawodem koła

Półkoliste czyli w Półcerkla. gz największe kiedy połowa szerokości Sklepienia af zatacza się półkole, wtenczas wysokość fg sklepienia = ½ sprzegu iego aa.

Częsciokoliste czyli w cerkiel niepełny kiedy punkt m z którego się zatacza obłączystość iest poniżey linii aa łączącey opory Sklepienia — tu obłączystość ma to się równie od połcerkla [illegible] powinna [illegible] kraw[ę]dzie w a, a nie były do spostrzeżenia zotaszcza robiąc [?] w około — i pewnie Sklepienia nie wpadało w oko, dla tego fm nie powinno bydź większe od ⅛ aa.

(w.2.)



(w.3.)

Im punkt m będzie niżey tem obłączystości będą mniey: są częścią półkola, i Sklepienia z nich są łukowate — —

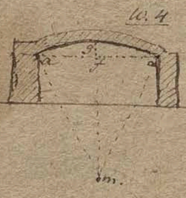
6 ⅞ 3?

[illegible]

[illegible]

Gdyby Sklepienie było horyzontalne bez żadney wgiętości to iest do linii oporów aa dochodzące w cały szerokości nazwałoby się prostem lub poziomem. —

(w. 4)

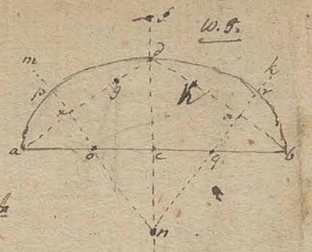


Obłączystość Spłaszczona Sklepienia iest kiedy się ma większe spłaszczenie w środku iak w końcach, kreśli się albo cerklem z kilku łuków koła albo Elliptycznie

Miarą tey łukowatości iest zawsze stosunek wysokości Sklepienia do iego szerokości, ten stosunek bydź może iak $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{5}$ $\frac{1}{6}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{10}$ nawet $\frac{1}{12}$. podług potrzeby. Sposob zataczania tych łukowatości iest zawsze sposobem geometrycznym prowadzenia łuku przez 3 punkta dane — są iescze iedinak inne sposoby zataczenia łuków np. robiąc fm = połowie Sprzęgu af. i z punktu m zataczaiąc łuk promieniem am, łuk aga będzie w ow czas = ¼ koła — Zataczaiąc łuk promieniem równym szerokości Sklepienia otrzyma się łuk = ⅙ koła lecz w ten czas stosunek wysokości Sklepienia do iego szerokości nie da się w liczbach całych wyrazić

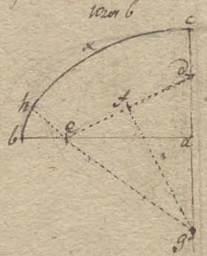
Sklepienia z ciosów czyli kamieni najdawnieysze które eg[z]ystuią i o których wzmianka iest w dawnych autorach są kloaki Rzymskie budowane za panowania pierwszego Tarquina 580 lat przed erą wulgarną; więc 2400 lat temu Tarkwiniusz był rodem w Etruryi kraiu za iego czasów naykwitnieyszym, sprowadził do Rzymu ludzi wielce biegłych — osuszenie bagnistych części Rzymu potrzebowało były kanałów dla spuszczenia wod do Tybru. — Sklepienie ich iest z ciosu na sucho, wyście ich przy Tybrze ma 14' szerokości pokryte potroynem Sklepieniem to iest trzema warstwami klinców wspołśrodkowych których spoienia są w przerwie zi nad sobą ich fig: robi — Kloaki te wybudziły podziwienie Halikarnassa i Kliniusza gdy zostały zaniedbane kosztowało ich wyczyszczenie 1000 talentów. podług świadectwa D. Akwiliusza. Rondelet. ✝ 1000 talentów = 6 milionów franków

Podług szczątków naydawnieyszych monumentów o których mowi historya, dawni Egipcyanie zdaią się bydź pierwszemi którzy dla nabrania swych Skrzyni [?] wierzchowatemi padli na myśl pokrywania ich wielkiemi kamieniami, sposób ten zastępujący miejsce sklepien był także w używaniu u dawnych ludów Azyi — kanał podziemny i sławne Ogrody w terrasy które przypisuią Semiramidzie, nie były zrobione tylko z wielkich kamieni — Rondelet. k. 77. —

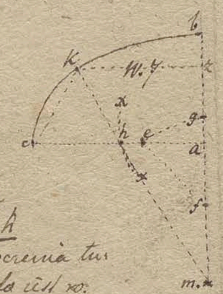


Kreślenie łuku Spłaszczonego

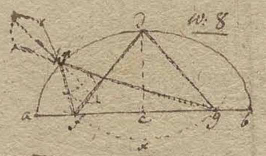
ab iest szerokością Sklepienia
cd iego wysokością daną. –
Zrob cf = ac czyli = $\frac{ab}{2}$. –
Zrob dg = df i dh = df. – po:
prowadziwszy wprzód linie da, db
podziel ag, bh na 2 = e części
w x x, poprowadz ⊥ ⊥ mn. kn aż do spotkania się z li:
nią fc w n, punkt ten n będzie środkiem dla zakreślenia łu
ku pdr, z punktów o, q zakreśl się łuki ap, rb, –
Tego sposobu użyc można iakąkolwiek by była wysokość
Sklepienia cd względem iego szerokości ab.
Wypukłość ta bardzo się zbliża do Ellipsy.



XI Jnny sposób. Niech ab będzie poto:
wą szerokości Sklepienia, ac wysokość
dana – Weź pewną część upodobaną
z tey wysokości np. dc i odetnij ią
z b do e to iest zrob be = dc. Popro:
wadz linią de i ze środka iey f. pro:
stopadłą fg punkt g będzie środkiem
ze zakreślenia łuku hxc, punkt e dla za:
kreślenia łuku bh. –
Biorąc cd większe lub mnieysze otrzymany Sklepienia mniey
więcey górą płaskie.



Jnny Sposób. Wzor 7.
ac iest połową szerokości Sklepienia
ab wysokością daną – Zrob ae = ab.
Zrob af = ae – Z punktu f otwar:
tością cyrkla fe zakreśl łuk eg, z pun:
ktu g tąż otwartością cyrkla zakreśl łuk
xx przecinaiący linią ca w punkcie h
Punkt h będzie środkiem koła do zakreślenia łu:
ku ck któremu się da $\frac{1}{6}$ część koła to iest wo:
bec cięciwę ck = ch. promieniowi ch. Łuk wier:
zchni kb zakreśli się $\frac{1}{6}$ części koła także z punktu m
promieniem równym dwarazy większey potencyi kz
czyli odległości punktów k k.

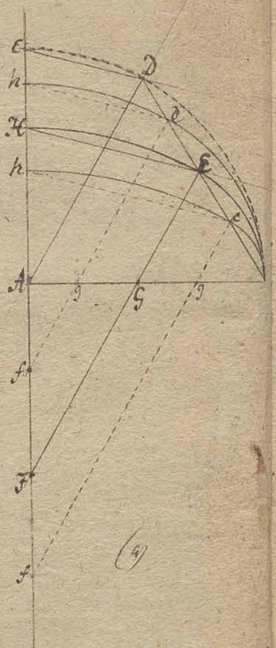


Kreślenie łuku Spłaszczonego w Ellipsę Wzor 8
ab iest szerokością sklepienia, dc iego
wysokością daną. – Z punktu c w po:
łowie linii ab wziętego wyprowadzi:
wszy linię ⊥ równą wysokości Skle:
pienia cd, weź w cyrkiel ac i z pun:
ktu d zakreśl łuk fxd. dla znalezienia
punktów f. g, weźmy sznurek tak długi iak iest szerokość
Sklepienia ab, końce iego oba przytwierdz w f. g i ołówkiem
trzymaiąc zawsze w wyprężonym sznurek nakreśl Ellipsę –
Tym sposobem w naturalney wielkości można kreślić ią
na ziemi lub deskach położonych w czasie zbiiania
[illegible] – używaiąc sznura zamiast prętka i cyrkla – Jest
bowiem naturą Ellipsy ażeby summa odległości którego kolwiek
iey punktu od ognisk f. g była = średnicy większey ab

Aby poprowadzić prostopadłą do Ellipsy podzieli się kąt fhg na
dwie równe części, to iest kąt uformowany z linii poprowadzonych
do ognisk

~~Łuk spła~~szczony z 3 łuków każdy o
60°. podziel szerokość Sklepienia
ab na 3 części równe, punkta
c d. f. będą środkami do za:
kreślenia tych łuków –

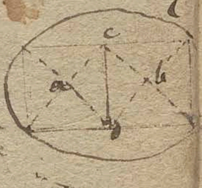
A.



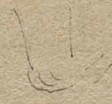
Jnny sposób: Niech AB
będzie połową szerokości
Sklepienia AK wyso:
kością daną – promie:
niem AB zakreśl ¼ ko:
ła BDc – Zrob kąt
BAD = 60° weź kąt
DAc = 30° weź dwa
razy większy na drugą
stronę linii cF miałby
60°. – poprowadz cięci:
wę DB – Dc. – przez
punkt K poprowadz ||
KE do cD. – aż do spo:
tkania się z cięciwą DB
w punkcie E. – przez punkt
E linię EF równoległą
do DA, będzie punkt
F środkiem do zakreślenia łuku KE, punkt G do zakre
ślenia łuku EB. – Tym sposobem dadzą się kreślić
~~Ellipsy~~ wszelkiey wysokości owalne wypukłości.
W kreśleniu owalney linii iakieykolwiek warunki są 1°: ażeby
summa łuków z których się ma składać była = ~~360°~~ 360°; powtóre
że środki łuków następnych były zawsze na liniach prostych
Fig pierwsza A dogadza obu warunkom.

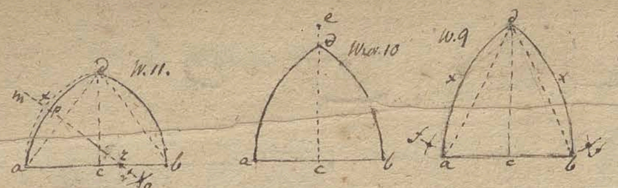
B

Jnny sposób fig B. podzieliwszy długość
na 4 części równe wpisz 3 koła, z pun:
któw a i b zakreśl dwa łuki będące
ćwiercią koła, a z punktów c i d dwa
drugie większe łuki które będą ćwiercią koła



Jnny sposób. fig C
Nakreśl dwa kwadraty obok siebie
poprowadz przekątnie, z punktów
a i b zakreśl dwa łuki ~~mał~~ małe
z c i d dwa większe z których
każdy będzie ¼ koła wraz wszystkie
będą miały 360°. –



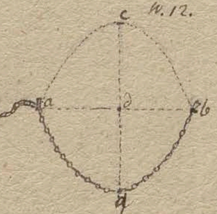


Kreslenie Obłączystości Sklepień gockich

Kiedy wysokość sklepienia cd = iego szerokości ab, na liniach ad, bd, wykreśl Δ rownoboczne i z wierzchołków ich f. f zatocz łuki axd, bxd. –
Kiedy każdy z łuków ma być = 1/6 koła, przez co sklepienie wypada blisko o 1/8 wyższe niżeli iego szerokość, wypadnie tylko z punktów a b Wzor 10 zatoczyć dwa łuki otwartością cyrkla ab. – Jeżeli zrobiemy ce = ab pokaże się że ed będzie 1/8 ec.
Kiedy wysokość sklepienia ma być mnieysza np = 2/3 szerokości to iest cd = 2/3 ab Wzor 11. – Można sposobem we wzorze 9 podanym szukać środków o stawiaiąc na liniach ad bd ΔΔ rownoboczne, lecz przez to łuki wypadaią za płaskie – chcąc ie zrobić wygiętsze i bardziey do półcyrkla się zbliżaiące można poprowadziwszy z punktu o ⊥ om do cięciwy ad obrać na niey inny punkt bliższy np z lub r itp: i z niego otwartością cyrkla za, zatocz łuk axd – Toż samo się zrobi z drugiey strony. //

Kreslenie obłączystości wiszącego łańcucha.

Jeżeli szerokość sklepienia ad na murze lub ścianie się naznaczy, którego wysokość ma być dana, np = dc ze środka linii ab to iest z punktu d spuść ⊥ dq tak długą iaka ma być ta wysokość dc. wbiwszy gwoźdź w b i na nim końcu łańcucha zawiesiwszy trzymay ~~drug~~ go przy drugim końcu przy gwoździu a spuszczaiąc lub pociągaiąc póty póki się nie zrowna w środku z punktem q. – Wygiętość agb nakreśli się na ścianie lub podłożonych deszczkach bukszpanowych. które do gory odwrocone wydadzą obłączystość acb żądaną.

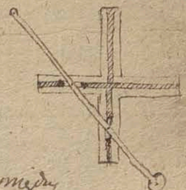


Bądź łańcuch z cięzkich lub lekkich ogniw się składa byle iednako cięzkich wygiętość zawsze ta sama wypadnie można nawet gęstszego sznura do tego użyć. –

Kreslenie łuków pochyłych czyli spadzistych

pospolicie się robi z ćwierci i trzeciey części koła i tak ieżeli we Wzorze 13 ab iest szerokością pochyłą zasklepienia, to iest maiącego koniec a wywyższony nad b o linią bc dochodzącą do linii poziomey ac przez gorny punkt poprowadzioną, Nadto ieżeli iest dana wysokość zasklepienia de, nakre:

Dla kreślenia Ellipsy wymyślono narzędzie w krzyż maiące na swey powierzchni wyrobione rowki w kanię w których chodzić mogą dwie listewki iak zaś swoli wolno, iednak tak że z nich ~~wyyść~~ nie mogą się dobyć, na tych szczwkach osadzaią się na szpilce czyli ~~końcu~~ sztyfcie linią ~~na~~ ~~kształty się~~ okrągłe ialeby osiach. – Obracaiąc tę linią swoli ~~ze~~ w rowkach się poruszać będą w końcu linii osadzony ołowek kreślić będzie Ellipsę. – Odległość między ~~szpilkami~~ szpilkami czyli sztyftami powinna się rownać rożnicy między wielką a małą osią ~~danej~~ nakreślić się maiącey Ellipsy że tę odległość zmieniać można podług potrzeby więc można i Ellipsy wszelkiego rodzaiu nakreślać –



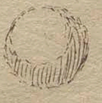
Zob: Doubiota. Kreślenie Ellipsy przez punkta, drugi sposob przez rzędne –

Jeżeli sklepienie ma być wyższe nad połcyrkla więc można wygiętości owalnych lub Elliptyczney podług zasad wyżey podanych nakreślaiąc z tą rożnicą że co tam było osią wielką, tu będzie osią małą. –

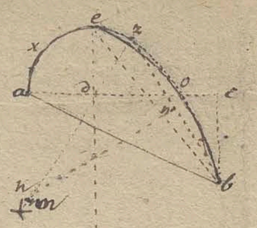
//

Matematycy dowiedli za pomocą rachunku wyższego pomiędzy wszystkiemi sklepieniami łańcuchowe iest naymocnieysze – Galileusz pierwszy padł na tę myśl bo w sklepieniu każda cegła lub kamień tak się trzyma i przez przyległą i od upadnięcia ią broni iak się trzymaią Ogniwa łańcucha. Żadney inney tu rożnicy nie mak tylko że Ogniwa łańcucha ~~ciągną~~ ciągnią a zworniki cisną na siebie. Bernoully Lambert zrownania tey linii Allgebraicznie podali. Tu iedno iest czyli Ogniwa łańcucha będą cięzkie lub lekkie, linia taka sama będzie byle ogniwa były iedney cięzkości, i punkta zawieszenia i punkt nayniższy ~~zawieszenia tam~~ opadnięcia łańcucha były iednakowe – Zawieszaiąc na nim cięzary w nierownych odległościach kształt linii się zmieni więcey –

Oprocz tych linii krzywych można używać paraboli hyperboli.



ści się łuk, robiąc ad = de i z punktu d zatacząc łuk axe. Łącząc punkta e, b na nich stawia △ równoboczny i z tego wierzchołka m zatacza ∠ koła czyli łuk eb.



Tu widać że dwa łuki będą się spotykać w e ostro ponieważ ~~ich~~ środki kół z których były zakreślane nie są na jednej linii prostej z punktem e. — Temu czasem można zaradzić prowadząc linią mdz, przeciągając łuk axe aż do z, dla zakreślenia zaś łuku zb szukać na linii zm punktu n przez poprowadzenie ⊥ ^cy ze środka cięciwy zb. —

Wyjątkość łuków spadzista czasem od upodobania zawisła dla tego od ręki robić się zwykła, dla nakreślenia zaś cyrklem, szukać można środków probując, sposobami w kresleniu rożnych łękuków Arch: podanemi —

Okoliczności te mogą służyć dla ~~wszelkiego rodzaju mniemat Sklepień, jakiemi są Beczkowe~~ ^rownie wszystkich ~~rod~~ dla pewnych rodzajów Sklepień, dla pewnych tylko niektóre jak się w ciągu dalszym pokaże —

Jak kształty sklepień są rozmaite tak i ich rodzaje — tu tylko o używaney w Praktyce używanych mowa będzie a mianowicie.

o Beczkowych — Klasztornych — Kryzowych — Połkulistych — Czeskich czyli w kupłę — Kapinastych — Płaskich zwanych Babilonskie — Mięszanych razem. —

W Ogólności formy Sklepień dzielą się na 4 rodzaie: 1. na proste — 2.º na Składane; 3.º Niepełne czyli niekompletne; 4.º nieregularne —

1^y rodzaj Sklepienia proste

Sklepienia proste są w ogólności których powierzchnia spodnia intrados tworzy się żeli sobie wystawiemy zczemy łuk lub bukkel posuwany regularnie przez całą ^w prostej linii na murach równoległych długość ~~sklep~~ miejsca — stąd rostawiony przez ten łuk w przestrzeni ^będzie jest tą spodnią powierzchnią Sklepienia, która utworzy sklepienie beczkowe połcyrklowe jeżeli łuk był połkołem, Sklepienie łukowate lub spłaszczone jeżeli łuk czyli Bukkel był ~~większa~~ częścią koła mnieyszą od połkola lub Ellipsą —

Użycie tych łuków w Sklepieniach schodowych — przesklepiać czasem być mogą przypadki w kanałach ulicznych —

Zrobiwszy ad = de i zatocz łuk nieograniczony aez. Z punktu d spuść ⊥^r na ab nieograniczoną, i ze środka linii zb poprowadź ⊥ nm, punkt m będzie środkiem do zakreślenia łuku zob.

Kierunek sklepień być może albo prostopadły albo ukośny do murów na których są sprężone, opory ich być mogą do prostwagi lub pochyłe. co sprawia wiele odmian w Sklepieniach nawet prostych, nadto być mogą nieregularne, niekompletne lub złożone z rożnych części w nieskonczony sposób kombinowanych —

Zarzeczanie:

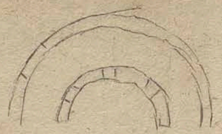
H

Rondelet dzieli Sklepienia na 2 rodzaie na proste planes ~~i na~~ a surfaces planes i na krzywe a surfaces courbes; pod temi dwoma nazwiskami wszystkie rodzaie Sklepień obeymuie —

Jeżeli łuk wsparty końcami na murach przeciwległych i do siebie równoległych ~~prosto padle do i~~ ^prostopadle posuwać go będziemy w ~~tym~~ położeniu ^zawsze do nich ⊥^m ~~po nich~~ przez całą ^ich długość, utworzy ~~powierzchnia~~ w przestrzeni powierzchnią wałcowatą jako podniebienie w Sklepieniach Kolebkowatych czyli beczkowych przekroy ^ukośny tego podniebienia będzie wszędzie połokręgiem koła, łukiem lub ellipsą podług tego jak łuk posuwany w położeniu łuk lub ellipsa wyznaczony został.

Jeżeli ramiast posuwania buxtelec w prostey linii na murach równoległych, posuwaią po murach Kolistych ~~lub~~ Elliptycznych lub innego wykrzywienia ale zawsze równoległych od siebie, powstanie ztąd Sklepienie beczkowe pierścieniowe annulaire czyli beczkowe w okrąg idące.

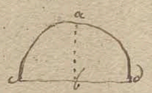
W. 14.ᵃ



W. 14.ᵇ

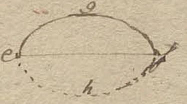
Jeżeli zaś buxtel będziemy obracać na iego osi pionowey ab, bez żadnego innego poruszania zbaczaiącego utworzy Sklepienie kopulaste czyli kuliste. ieżeli buxtel był pełnego cestla, lub płaskokuliste ~~w kopule~~, ieżeli był spłaszczony.

W. 14.ᶜ

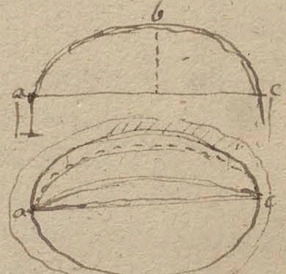


Do rodzaiu Sklepień prostych zaliczaią się liczą Owalne czyli Ellipsoidyczne powstaiące przez obrot buxtela lub połellipsy egf około iey osi większey ef. i horyzontalney a zatem służące do pokrycia Krzestrzeni egfh Elliptycznych — tego samego kształtu iak ~~luk~~ Ellipsa tworzą same Sklepienie

W. 14.ᵈ



Posuwaiąc buxtel nad przestrzenią w okrąg idącą a razem wznosząc się powstanie Sklepienie w ślimak czyli śrubę schodów wzrae.

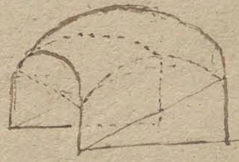


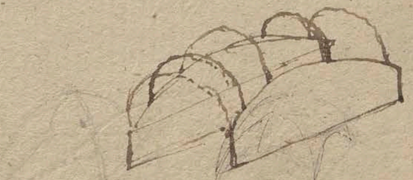
Drugi rodzay. Sklepienia Składane.

Sklepienia składane w ogólności biorą początek od przenikania się wzaiemnego części Sklepień prostych różnego wymiaru i różnego kształtu.

Nayprostszy przypadek nastręczaiący się nayprzod ten:

Kiedy wypada zasklepić przestrzeń kwadratową dwoma Sklepieniami beczkowemi równey wysokości i szerokości w siebie wnikaiącemi, i którychby długość była równa ich szerokości czyli długości murów obwodowych.



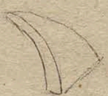


Te Sklepienia przenikaiące się w dwoiaki sposob mogą być uważane to iest

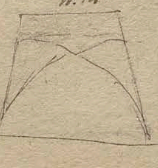
W. 14.ᵉ

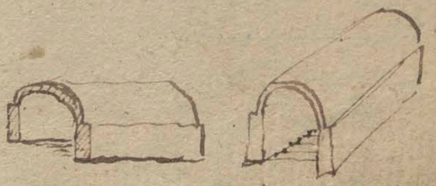
albo powierzchnie Sklepień dopieraią prostopadle pionowo do murow obwodowych iak w W. 14.ᵉ i formuią na nich ślady swey wygiętości — w tym razie ~~po~~ linie między tych dwoch Sklepień będą formować wzn.

W. 14.ᵍ



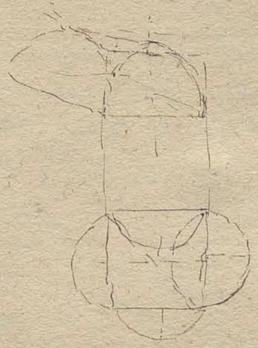
W. 14.ʰ



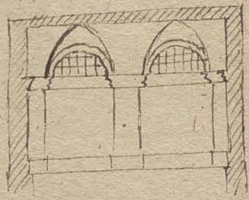


cie poziomej linij. wzór 14ᴸ którego ~~krawędzie~~ będą przez przecięcie kwadratu, którego kra- wędzie wypukłe będą i ostre robiące między so- bą kąt prosty przy oporach a coraz rozwarst- szy ku środkowi Sklepienia x. i dlatego to Sklepienie nazywa się Krzyżowem. Voute d'arete Kreutzgewölbe. Takiemi iest większa liczba Sklepień gotyckich.

Jeżeli zaś powierzchnie Sklepień poczynaią się na murach obwodowych na liniach oporow i w spotykaniach się z sobą robią krawędzie wklęste, a raczej składaią się z 4 takich troy- kątnych wycinków iak wzór 14 f wellreni 14ʰ z sobą złączonych. Nazywaią się Sklepienia- mi Klasztornemi Klostergewölbe Voute à arc de cloître



Sklepienia beczkowe i obręczone często są przecinane prostopadle do ich oporów podłużnych pewną liczbą sklepień beczkowych mnieyszego wymiaru, których otwory dopieraią do murów służących za podpory głównego Sklepienia — Daie się nazwisko Kap lunettes tym częściom małych sklepień przecinaią- cych Sklepienie główne i od niego wzaiemnie przeciętych

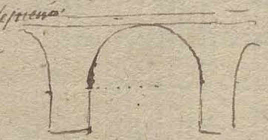


Z tego przecinania się powsta- ią krawędzie wypukłe maiące formę podwoyney wygiętości którą Frezier nazywa cycloimbre. i której nie można nakreślić tylko na płaszczyznie tych sklepień obuch, i to wten- czas kiedy oś kapy iest horyzontalną i kiedy linia wierzchołkowa iey wygiętości spodniey iest także horyzontalną. — Lecz ieżeli się tę linią pochyli tak że się stanie styczną do wygiętości wewnętrzney Sklepienia wielkiego. Krawędzie kap uformują się z dwóch boków równych kąta wy- kreślonego na wygiętości Sklepienia którego punkt wszpsy będzie mniey więcey oddalony od wierzchoł- ka klucza Sklepienia głównego a to podług ~~tej~~ różnicy między wielkością wielkiego i małego Sklepienia — Architekci Francuzcy powszechnie

pierwszeństwo dawali pierwszej formie; starożytni zaś i teraz wielu mistrze włoscy używali drugiej wyższej w przypadkach kiedy kapy bardzo małe robić wypadało.

Pierwsza forma niepiękny effekt dla oka robi ieżeli krawędzie nie będą z wielką akkuratnością wykonane, ~~dase~~ ma ~~widok~~ ciężką postać i większe sprawią ciśnienie powiększaiąc ciężar części która ią sprawia.

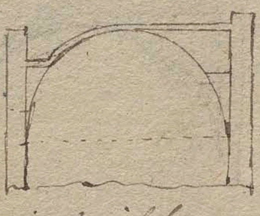
Niektórzy Architekci używali ieszcze dwoch innych sposobow nie mniey błędnych. — Pierwszy. Podwyższaiąc wiederlag czyli linię od którey ~~się~~ kapy poczynai nad wiederlag główn. sklepienia się maią tyle ~~wyżey~~ ile potrzeba azeby linia ich wierzchołkowa

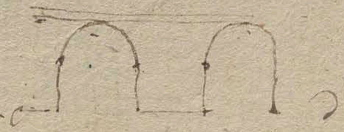


będzie horyzontalną, była zarazem do środwagi z linią wierzchołkową głownego sklepienia, i zniżaiąc w tym ostatnim część niższą do pionu pod wiederlagami kap będącą. — Sposób ten powinien być wykluczonym z piękney architektury iako robiący krawędzie wygiętości zmienney. błędny

głęboko w sklepieniu robi wycięcia

Drugi Jest podwyższenie począteк sklepień kapowych podobnie, ale nie tak wysoko, dla przyczyny ~~rzeczy~~ tego azeby ich wierzchołek poniżey leżąc nie robić go do środwagi z wierzchem sklepienia głownego.





Sklepienia nad przestrzeniami wielobocznemi np. nad 8 bokiem mogą być albo krzyżowe albo klasztorne, i też różnią się od sklepień nad przestrzeniami kwadratowemi że co tam się składały z 4 części sklepiennych lub trójkątów i z 4 krawędzi tu się składać będą z ośmiu.

Sklepienie więc ośmiobokowe klasztorne nie różni się od kopulastego tylko że tamto ma za podstawę ośmiobok, to zaś koło lub owal, i nie ma żadnych krawędziów w sobie

Kopuły czyli Banie.

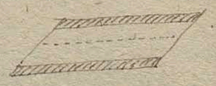
Nie trzeba mięszać wyrazu Kopuł z Sklepieniem Kopulastym (: czaszkowatem, jamuteraskem:) cul-de-four – bo Kopuła iest część budowli okrągłey lub wielokątney sklepioney, która się stawia na murach lub Arkadach w czworogran rozłożonych z 4 Skrojeniami (pans coupé) iak iemi są Kopuła S. Anny. S. Piotra itd: Plan więc podspod pod Kopułami iest inney formy – ~~kiedy~~ iak samey Kopuły; zaś Plan Sklepień kopulastych iest ten sam co murow, zaczęty od ~~murow~~ fundamentow aż pod początek Sklepienia. Część Cylindryczna pomiędzy obręczą a Sklepieniem iest bębnem Kopuły. (Wer 7 Tab 8. Borgnis:) Części wygięte troykątnawe pomiędzy Arkadami a Obręczą. Pendentif.

Trzeci Rodzay. Sklepienia nieregularne

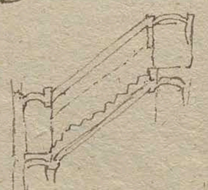
Sklepienia nieregularne są te których oś podłużna iest pochylona albo względnie ścian przedniey lub tylniey lub względnie linii horyzontalney

Rodzaie Sklepien prostych ieśli maią opory nie poziome ale pochyłe mogą wogolności wydać Sklepienia nieregularnego kształtu.

Sklepienie ukośne tow: pob: widoczna rzecz że nienaleźało by go używać tylko w koniecznym przypadku.



Sklepienia pochyłe, beczkowe ściemi się nad spadzistością Schodow, i pod niemi ~~ba~~ gdzieś Schody w okrąg idą. Sklepienie beczkowe w ślimaku zwichrzone.



Czwarty rodzay. Sklepienia

Voussure et arrière Voussure

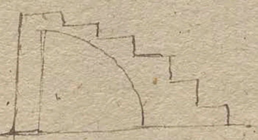
Voussure Glif Sklepienny iest wogolności powierzchnia krzywa która służy do pogodzenia z sobą dwoch lub więcey płaszczyzn prostych lub wygiętych!

Używa się kiedy obięcie okna zewnątrz iest prosto wewnątrz i kiedy oś wierzchnia tegoż okna zewnątrz iest inney formy iak wewnątrz – te glify Sklepienne ~~są~~ zawsze noszą nazwisko arrière Voussure de Marseille; de Montpellier – de St. Antoine itd: – których przytaczać iako ani pięknych ani w Starożytney ani Włoskich Architekturach nie używanych tutay nie wypada. – chybaby dla Amatorow (: ev: wybrednych)

Sklepienie wypustne. <u>Encorbellement</u> iest to
część Sklepienia wypuszczona, czyli ze pion wystę pu-
iąca z powierzchni muru, i które się utrzymuie
tylko formą Kamieni są składaiących.

<u>Wypusty czyli podsady lejowate Trompes.</u>
podsady te są wynalazkiem czasów barbarzyńskich
które Stereometrowie przyięli z chęcią dla tego że
im się dała sposobność rozwięzywania Zadan
kilku skomplikowanych. — Lecz Architekci z gustem
i rozsądkiem nie robią z nich użytku.
Daie się Starwisko podsadzie lejowatey sklepienia
w nadzwonie iakim iest w Collegium małym zbo-
ku, i przeznaczoney dzwigać na sobie część muru
występuiącą. — Kiedy ta podsada iest w samym
narożniku dwoch murów, i kiedy mur który ma stać
na niey iest prosty, kształt iey będzie Kominy-
Kamien wierzchołkowy w niey zowie się Kom-
pillon.
Kształt tych podsad iest podług ich umieszczenia
rozmaity, ~~po~~ jako to na powierzchni gładkiey
muru — w kącie wklęsłym lub wysklepionym
mniey więcey rozwartym, nakoniec podług
Kształtu wierzchołki —
Jakikolwiek by nie był wierzch kształt dało tey pod-
sadzie, nie można iey uważać tylko iako Kon-
strukcyą nieregularną którey tylko w razie ko-
niecznym używać sobie pozwalać można
dla uniknienia błędów większych.

<u>Sklepienia obwiste z spadzite</u> Polsklepienia



Są częścią sklepień beczkowych
których są skończyście używa
dla zrobienia Otworów, i wydrążeń
pod częściami Konstrukcyi pochyłe
iako to schodami, Dachami;
W Budowlach Gotyckich widziemy
wiele tych łuków wspieraiących. Sklepienia krzy-
żowe w ich oporach. Nazywaią się w tenczas
wspierami Arcs boutant.
Gradyny Schodowe Cyrków starożytnych były
na takich Sklepieniach składzione —
Widzieć się daie w Cyrku ~~...~~ Caracalli w Rzy:

nie szczególnieyszą konstrukcyą wartą uwagi
tę że mur który utrzymuie grzbiet sklepie-
nia dlatego ażeby był usposobionym zno-
sić ~~ciężar~~ Gradyny iest zrobiony ~~w~~ z naczy-
zrunke garncarskich na bok kładzio-
nych i iedne w drugie wciśniętych. Tym
dowcipnym sposobem ułożono wiele mas-
sę muru do wypełniaiących obciążeń przy-
należny.

O Początku Sklepień z Hübsch Über die Griech. Architektur

Chociaż Sklepień w żadnym pomniku Greków nie masz (bo choragiski pomnik Lisikratesa w Atenach [illegible] z iedney sztuki pokryty w obtąże wyięty:) bez iednak którzy Grekom przypisują ich wynalazek dla tego tylko że im się zdaie niepodobieństwem aby w tak wykształconym Narodzie rzecz na tak prostych przyczynach zasadzona nie mogła być wynaleziona. —

Naypierwiey Sklepienie nie iest żadnym przypadkowym wynalazkiem iak Alto lub proch, lecz zwany techniczny postęp który potrzeba i doświadczenie ~~[illegible]~~ stwarzały. — Powolnym nawet krokiem lubo pewnym doskonaliło się. — i nie mogło żadnego nagłego skoku zrobić nie wystawiaiąc Budowy na niebezpieczeństwo to iest nie ryzykuiąc ~~[illegible]~~. —

Jak pierwsze próby pokrywania ciosem były wysuwaiące się z nad siebie z obu stron, aby wraz zwężaiąc szerokość mogła być wreszcie na wierzchu płazami przyłożone — iak korytarze w Piramidzie wielkiey Cheopsa przy Memfis — i iak nas przeświadczaią stare cyklopie zabytki Grecyi i Włoch do widzenia będące —

Drugi sposób był opieraiące płaszczyzny daszkowato o siebie iak nad iedną z komor teyże pyramidy. Do tego liczyć iesżcze można wiele bram Cyklopich których ciężary nie pionowo ale ku sobie nachylono stoią aby ocepu czyli otworu długość zmnieyszyć.

Jeszcze więcey ~~[illegible]~~ sklepienności ma Skarbiec 48 stop średnicy. Schatzkammer Atreusza w Mycenie (i w Orchomenos i Sycylii są niektóre podobnych budowli:). Jest w Korysie okrągły i składa się z horyzontalnych z nad siebie wypuszczanych pokładów kamiennych; lecz wewnątrz nie formuie żadnego czerego ostrokręgu, ale bardzo stosownie tak zwaną gotycką kopułę: bo ponieważ ~~nayniż~~ spodnie pokłady kamieni w naytakowszy sposób mogłyby się wewnątrz zsuwać, nie mogły zaś z nad siebie być wypuszczane iak górne — także przez obcięcie ostrych kątów bocznych zamiarowi ostrożności zadość uczyniono. Moc konstrukcyi zawisła iedynie na tem że każda warstwa w sobie tworzy poziome sklepienie bo ciosy dla tego że w koło idą są klinowate. (i szczelne obrabianie ciosów i ozdoby wykuwaią powierzchy kreś ~~[illegible]~~ tey budowli iak ią Hirt naznacza:)

Pierwsze właściwe Sklepienia które w górę łukami z klinców składano znayduią się u Hetrurów. W Grecyi dopiero pod Rzymianami Sklepienia wniesione.

Konieczność dała powód ~~[illegible]~~ doskonalenia się Sklepiowe włoskich. Bo Grecy mieli wyborny Marmur, którym dosyć znaczne przestrzenie iednemi sztukami mogli przykrywać: tamte rodzaie kamieni ~~Hetrurów~~ nie dawały Hetrurom tych korzyści. Byli więc zmuszeni tam gdzie drzewa dla trwałości używać nie chciano, iak to w bramach miast, grobowcach itd: myśleć o inney konstrukcyi. (mówi Hübsch że w odległym wieku Egiptu robiono próby Versuche sprzęgań z więcey iednego ciosu, lecz przykładu tego nie przytacza.)

Hetruskie Sklepienia z ograniczoney ieszcze liczby klińców składały się, i nad ograniczonemi bardzo przestrzeniami, dopiero pod Rzymianami okazuią się w znaczney wielkości i używaniu. czego przyczyną iest zaprawa którą w tym czasie wynaleziono.

Sposób

Sposób za pomocą zaprawy iaką klinie między sobą nabywały zmnieyszała znacznie robienia grubych widerlagów. — Sklepienia stały się nie tak kosztowne i bezpiecznieysze —

Za pomocą wyborney więc ziemi pozzolanowey mogli Rzymianie robić Sklepienia odlewane auf blossem Gusse, używali ponczu i pornych kulistowo garnków i wszystkich ~~[illegible]~~ używali sposobów aby zmnieyszyć cięzar łuków i od tych zawisłe masy widerlagów —

Równie ustanowił się Rzymianie z kolosalności, tak romantyczny styl wykształcił się użyciem Sklepień, i we właściwem znaczeniu stylem ~~romantyck~~ sklepiennym nazywać się może — Tak nazwany styl nowogotycki rozwiązywał zadanie z minimum materyału — każdemu iest wiadomo iak dobrze wyrachowane płaszczyzny sklepienne na pojedynczych żebrach a te na kilku punktach wspieraią się, nakoniec iak te punkta rozumnie i dowcipnie pomiędzy sobą są wyrównane iż że cała pokrycie kamienne niezmiernego Domu (Dom) na słupach spoczywa cienkich wysmukłych, iak w greckich świątyniach gdzie żadnego ciśnienia bocznego nie było.

Zatem widoczna że Sklepienia nie są wypadkiem momentu, ale summie doświadczeń wielu wieków winny swe wydoskonalenie. —

Grecy więc nie potrzebowali tak bardzo zwać Sklepień dla swych podcieniów wąskich; — Sklepienia w tak małey przestrzeni nie wielką korzyść sprawiały a nawet dla zaoneтrznych wolnych podcieniów dla widerlagów maią swe trudności, i w tem więc zaledwo wykształcony zapewnie romantyczny stylu był podobnym do wykonania (bo w tych przypadkach do żelaza udawano się:) —

o Konstrukcyi Sklepień w ogólności

Sklepienia mogą się robić z ciosowego kamienia, z łamanego, z cegły, z garncarszczyzny – i na ubijanego tuku ~~betonu~~. gruzu i wapnem.

Kamień ciosowy zachowany tylko być by powinien tylko dla sklepień które maią znosić wielkie ciężary ziemnej które są wystawione na wielkie wstrząśnienia i tarcie. –

Te zaś które tylko swoy własny ciężar maią dźwigać, które za pod nakrycie powinny się robić z materyału lżeyszego, drobnieyszego, tańszego, łatwieyszego do przysposobienia i ~~wyro~~ wyrobienia w Sklepieniach.

X Sklepienia z ciosowego Kamienia

Wszyscy Konstruktorowie przypuszczaią za prawidło ogólne w przycinaniu kamienia na ciosy sklepienne ażeby spojenia czyli stosugi między Zwornikami były prostopadłe do Buxteli czyli Obłęczystości wewnętrznej Sklepień. np. ieżeli Obłęczystość ta iest półkolem stosugi te winny dążyć do srodka koła. to iest być na promieniach

Facyaty tylna i przednia Sklepień ieżeli się widziały ne iako w. ~~Sklepieniu~~ mostach ~~beczkowym~~ ~~w końcach~~ nazywaią się ~~czołami~~ głowami ~~lub twarzami~~ Sklepień, zaś mury boczne w rodzie Sklepień beczkowych od posady sklepień do ich obłękowatości sięgaiące czołami o tomami a całe mury będą się zwać Czołowemi. – więc w Sklepieniu krzyżowem nad przestrzenią czworoboczną będzie 4 czoł. – nad 8graniastą osm. – Sklepienie klasztorne nie ma czoł.

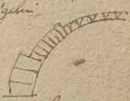
~~Grubość~~ Długie zworników ciosowych w Sklepieniach zależy ~~stosuie się~~ zwykle od grubości warstew kamienia w skale znaydować się mogącey i gatunku iego. – ts

Zworniki w głowach Sklepień powinny być obrabiane tak ażeby się ich stosugi koncentryczne łączyły z horyzontalnemi, w się uskuteczniać zapomocą uszów wysterkes. a a a wzór pob. so to końce ciosowe czyli brzegi pod kątem pewnym ~~zior~~ wyłamane które w murze z warstwami ciosów horyzontalnych się łączą i są mniemi iedney grubości nawet części ich długości od strony sklepienia zwyczaynie

Ucioło można używać przyczynie od posady Sklepień czyli ich początku aż do pewney wysokości, stnicz bę trzeba robić ie w wyższey ~~ich~~ części Sklepień wielkich z przyczyny że się odłupywać zwykły obleganiem się Sklepień po ich rozkręzeniu czyli odjęciu Buxteli.

o rzeczy iest w ogólności do uważania w konstrukcyi Sklepień – 1º porozpierania spodnie. 2. Obłęki ich ceintre. 3º ich zmiany coupe. 4º grubość – 5º kroy ich grzbietu 6º układ ~~zworników~~ rzędów zworników.

W niektórych przypadkach iest rzeczą ważną aby sklepienia nayniey iak tylko może rozpierały. a zatem przy dostateczney mocy iak być może były nayleksze – tego dlatego dopiąć trzeba nietylko uczynić wybór lekkich wątek – ale i twardych, ostro i szczelnie ie z sobą składać aby mogły być iak nayściensze, a to stosownie do tego iak sklepienie dla siebie tylko być ma lub dźwigać obciążenia sporey ważące lub wstrząsaiące to iest być stropem. – Nayniey więc rozpieraią będą robiąc ie od oporów np. zbiorów – w środku z garncarszczyzny a w pachach z cegły – fig pob: – Zob Kelgeli Tab 8. fig: 5.



8. – Regularność przybory i trwałość takie wymaga ażeby iak w Sklepieniach poziomych iak iakiegbądź kształtu rzędy zworników lub klińców były prowadzone równo legle do ścian murów filarów na które spadaią lub się wspieraią;

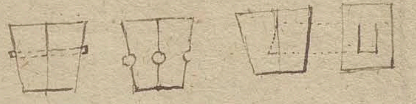
Robota Sklepień z ciosu wykonywa się podług nay doskonalszych obrębów i lepiey iako nayzłożonieysza część tak zwaney ciesiołki kamieniarskiey w której matematyczna formy maią swe zastosowanie – Zaprawa wapienna istotna iest wiązano i tu aby parcie uchylić boczne.

Oszczędność wymaga nie używać ciosu tylko w ~~[illegible]~~ głowach sklepień i do przesklepień środkowych gdzie niegdzie, reszta być może z innego materyału lżeyszego i tańszego — wielka liczba mostow starożytnych iest tak stawiana — mamy przykład u nas mostu na Prominku i inne.

Żytowania które formuią szkielet sklepień Gotyckich są z ciosowego kamienia, przestwory zaś między niemi są z muru lżeyszego który tylko za wypełnienie się uważa.

Starożytni obrabiali ciosy bardzo starannie, spoiania między niemi były doskonale wyrownywane mogli kłaść zworniki bez wapna, bez szczelin — Spoienia te zaledwo często widzialnemi być mogły. — Nie przestawali na tem, chcieli oraz tak mocno powiązać z sobą zworniki żeby ze tak mówiąc iedną massę nierozdzielną formowały.

Czasem wiązali ie zelaznemi sworzniami kładąc ie w stosugi lub koski — wzor.



Lub wycinali dziury połkuliste dla zapełnienia ich krzemieniami okrągłemi wzor.

Czasem wpuszczali ie na czop w siebie iak wzor. wycinaiąc gniazdo w kamieniu przyległym a zostawiaiąc czop w drugim — Zworniki arkad Colosseu maią takie czopy i gazy

Kiedy sklepienie było pewney długości wiązali zworniki wszystkie w iednym rzędzie klamrami.

Tym więc sposobem przezenie sklepień całkowicie prawie unistożali —

Widzieć się daie w konstrukcyach arabskich że zworniki dla dopięcia tegoż celu są ząbkowato wycinane w spoieniach.

Porównywaiąc sklepienia starożytne z teraznieyszemi Francuskiemi zostaniemy które się stawiaią w Paryżu; wielką i uderzaiącą rożnicę się spostrzega

Otoż iest sposob konstrukcyi teraznieyszey w Paryżu.

Naypierwsze strony boczne zwornikow zamiast być obrabiane z taką ścisłością iak starożytne, nie są tylko w cząsci powierzchowney tylko ociosowane.

Powtóre zworniki ~~przypasane~~ takie iak ciosy pierwsze układaią się za pomocą deseczek drewnianych cales, które się wkładaią pomiędzy stosugi, a które są mniey więcey grube podług wad kamienia — Te stosugi potem wypełniaią się gipsem lub wapnem rzadkiem; tym końcem zatykaią się stosugi od spodu pakułami

robią się w tem drzewki gdzie niegdzie dla odcieku wody obfitszej w wiarę zalewania tym wapnem sklepienia z wierzchu.

Widzieć się daje oczywiście, że desperulli te większej odporność daią ciśnieniu sklepienia iak wapno, całe więc ciśnienie spoczywa na nich; i zamiast żeby się zwornikami dotykały całemi powierzchniami sklepienia iak w starożytnosci, znaydują się podścielane tylko ma kawałkami drzewa. — Zworniki więc pękać muszą bo ciśnienie naywiększe iest na nie iest tylko w niektórych częściach ich powierzchniów to iest tam gdzie są desperulli —

Sklepienia z kamienia łamanego i cegły

Są więcey ekonomiczne, lżeysze i nie tak kosztowne iak z ciosu.

Sklepienia te robione za pomocą bardzo dobrey zaprawy wapna i w dostateczney wielkości, maią tę własność zaletną, że po stwardnieniu zaprawy formują skorupę iedną, nie prężącą na podpory ale ciśnącą na nie pionowo.

Aby iednak tego dopiąć potrzeba wielkiey starannoś[ci] użyć w czasie murowania — to iest 1º trzeba kamienie obmywać i z piasku oczyścić. — 2º Przed położeniem kamienia lub cegły maczać ie trzeba w zebrzyku wody. Warunek ten iest koniecznym chcąc ażeby się wapno chwytało ich powierzchni. 3º Zaprawy wapienney nie trzeba oszczędzać, bo trzeba ażeby powierzchnie cegły i kamienia były nią powleczone. 4º Każdy kamień i cegłę tak położoną pobijać młotkiem aby się lepiey spoić z sobą. 5º Na wierzchu sklepienia potrzeba skorupę odłupkami kamienia wybijać; w niektórych krajach używaią do tego kamienia ciekko się łupiącego iak łupek ardoza. 6º Kamień i cegła powinna się kłaść na iakład to iest wiązać się z sobą — widzieć się daie w sklepieniach starożytnych z cegły na dużey wapstwy grubych, że te dwie warstwy w pewnych odległościach były wiązane cegłą maiącą dwa razy większą wysokość ~~wysokość~~ grubość iak inne — 7º Klucz wbijać się powinien miernie, nie z wielką siłą ani go nie należy klinami obijać z obawy ażeby to gwałtowne wbijanie nie wstrząsło sklepienia i nie sprawiło iakiego rozwiedzenia się murów wspierających.

Borgnis mniema że te wszystkie przestrogi ~~nie~~ ~~zrobią swego skutku~~ przyczyniaiące się do nadania iednorodności ~~homogeneité~~ wymagalney dla unikni[enia]

N Naypierw się nadpe się wapno lub gips aby wszystkie zapełniło szpary a potem co raz gęstszym coraz iakieś skorupy wypełniaią. — Są tacy którzy do wapna mieszaią trochę gipsu aby wynagrodzić zmnieyszenie się obiętości wapna w spoieniach przez wyschnięcie tem że gips pęcznieie. lecz ten sposób iest omylaiący bo gips rozwodniony nie pęcznieie i tylko ~~psuie~~ dobroć wapna zmnieysza. Rondelet

Rondelet ten sposób kładzenia zworników na desperulli całes mniey błędnym znaydzie dla sklepień iak dla murów, a to dla tego że lepiey wapno lub gips w spoienia da się zalać między zworniki iak między ciosy murowe. — zawsze iednak ten sposób nie iest bez wady —

kmienia przężenia Sklepień nie zrobi swego skutku
jeżeli się Sklepienie rozkręży wprzód nim wapno
tyle nie stężeje, ~~żeb~~ żeby nie doświadczyło oblegania
czyli opadania szkodliwego — Buxtele więc zaraz
odsztempowywać nie należy.

Z Doświadczenia Rondeleta to się przytacza: że na
końcu 6 miesięcy Zaprawa wapienna może spoić ce-
gły z sobą dosyć mocno i tak że niwczy przężenie
na podpory zupełnie. Lecz w końcu 2 miesięcy
w dobrej porze czasu Zaprawa ta już nabrała dosyć
Konsystencji że już można Buxtele wybijać.

Tu uważać trzeba że dobra pora czasu we Fran-
cji prędzej ~~się~~ stęża wapno ~~niż~~ tak u nas gdzie
częstsze przemiany wilgotnej atmosfery ma miejsce
i Ciepło nie jest tak wielkie, więc u nas dłuższego
czasu potrzeba.

Murowanie Sklepień płaskich z cegły jest dwojakie, kładzie
cegłę na płask we dwie warstwy na sobie na gips
lub wapno hidrauliczne — ~~Lecz ten sposób u nas nie
używany i więc~~ Drugi kładzie się na kant, kie-
rowy sposób zwany à la manière de Roussillon
nie wart naśladowania ani nie ma przyczyny
dla czego by miał być lepszym od drugiego — we Fran-
cji używany (może tylko w książkach) dla tego że jest
wynalazkiem ~~dawniejszym~~ Francuskiego, cała ~~...~~ moc
sklepienia zależy na dobroci wapna którego używa-
ny, Sklepienie z cegły na kant równie dobre je-
żeli lepszem będzie jak z cegły na płask kładzionej

Zaprawa wapienna hydrauliczna ~~zawsze jest lepsza
od gipsu~~ naturalna lub Artificjalna zawsze jest lepsza
jak gips, bo gips dekomponuje się i traci swoją moc
zupełnie na wilgoci — Sklepienia na gips murowane
w suchości tylko mogą mieć miejsce — Gips przeciwnie
schnąc a zatem wypiera swoją siłą bardzo na
mury które by się rozwodzić mogły będąc cienkie
gdyby się ich ankrami nie powiązało z sobą.

Sklepienia z cegły można tak wymyślać że
mogą służyć za podstawę dla dania na nich po-
krycia Dachu nie robiąc wiązań pod niego.

Wypalone z gliny czyli doniczki czyli garnki naybeliczem robią sklepienia, też ten sposob dla niczem nie obciążonych sklep.

Sklepienia z Garncarszczyzny

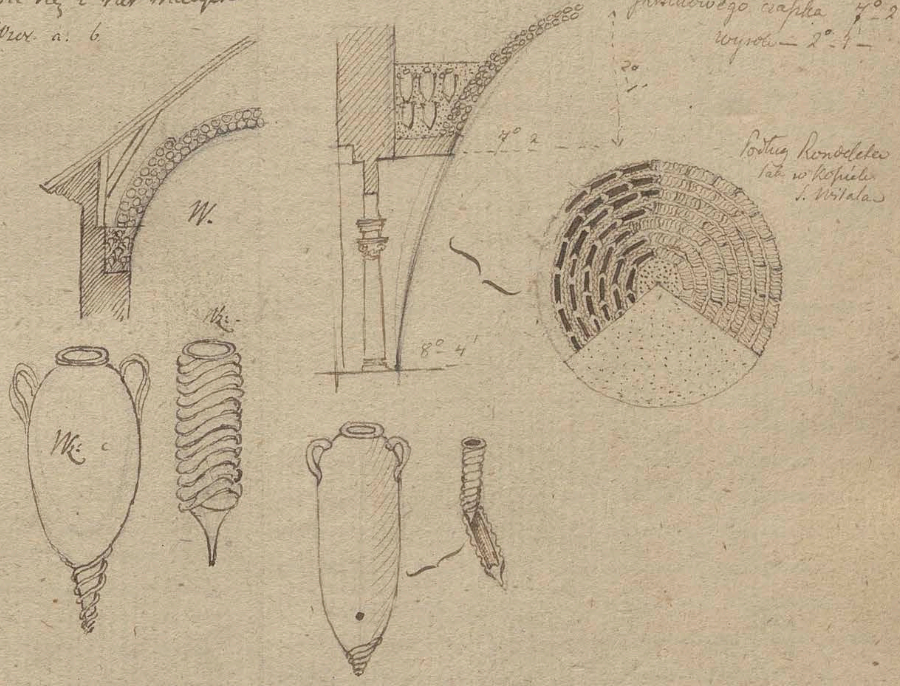
Konstrukcya Sklepien bardzo splaszczonych z legły iest wholwicz utrudzaiące — Zamiast legły uzywa się często Garncarszczyzny wyprażoney ktora ~~da~~ robiące sklepienia grubsze nie ~~ieh~~ robi ich cięższemi. Sposob ten był da: wniey uzywany we Włoszech, i iest teraz w uzywaniu w ary ~~...~~ (bizantyńskim)

W Kościele S. Witala w Rawennie Architektury gotyckiego wieku widzieć będzie Kopuła Ośmiogranna mieyąca średnicy 52'. — składa się z rur małych zapuszczanych iedne w drugie Wzor. a. 6 ktore się układane spiralnie zamiast Koncentrycznemi rzę: dami. To sklepienie ktore iest pokrytem ma pachy opatrzo: ne murem wypełnionym naczyniami Garncarskiemi Wzor. c. do $\frac{2}{5}$ wysokości Sklepienia. Część Sklepienia wyższa iest zrobiona z rur w 3 rzędy a daley we dwa iak okazuie Wzor. a.

Znaydujemy w Woiażach Wolneja w Syryi opis Skle: pień i dachow z Garncarsz: czyzny.

Cement którego uzywaią ma być Greckim i Rzymskim.

Średnica sklepienia całego 8°-4'-0''
Garnkowego czapka 7°-2'-0
Wyrob — 2°-1'—



Aby go zrobić starają się uzy: wać wapna żywego to iest niegaszoney, mięszaią do niego $\frac{1}{3}$ piasku i $\frac{1}{3}$ popiołu i tłuczoney cegły. tą mię: szaniną robią studnie cysterny i sklepienia nieprze: nikliwe dla wody. — ~~Bezod~~ Borgnis mowi że widział „w Palestynie rodzay szczególny Sklepienia wästrassa: „nowienia. Było ~~informowan~~ zrobione z cylindrow „ceglanych 8 do 10 cali długich 2 cale średnicy mają: „cych w swietle, kształtu nieco Konicznego. aby zrobić „sklepienie układaią ie obok siebie odwracaiąc Koniec otwar: „ty zewnątrz, spaiaią ie Gipsem Jerozolimskim lub z Nablon „4 robotników ukończaią takie Sklepienie w iednym „dniu nad pokojem. — Pierwsze deszcze zazwyczay przeni: „kaią przez nie, ale daiąc na powierzchni zewnętrzney „Sklepienia powłokę na pół cal oleyny przeciekaniu wody „się zapobiega — otwory w murach zalepiaią się od spodu wewnątrz „warstwa gipsu, ~~...~~ i to iest dachem trwałym i lekkim „W całey Syryi robią z tych cylindrow terrasy na mieszki „azeby kobiety zatrudniaiące się na tych terasach prac:

Meigel: moc takich Sklepien od dobrey zaprawy wapna ~~ze~~ spaiaiącey garnki zawisła naywięcey —

W nowszych czasach Francuzi wprowadzili znow w uzywanie garncarskie Sklepienia —

Aby osięgnąć bezpieczną konstrukcyą w tym Systemacie nie powinno się uzywać okrągłych form garnkow ktore pochłaniają wiele zaprawy wapnieyga, ale robić ich lepiey ie podług wzoru pob: podług ktorego nay: większą moc w tem mieyscu mieć będą gdzie naywiększe ciśnienie wytrzymywać mają.

Ponieważ Kwadratowe powierzchnie, ~~więc~~ ~~...~~ nie tak więzące się iak żłobowane. potrzeba przynaymniey powierzchnie ie robić bardzo chropawe, i nurzać doniczki we ~~dobre~~ wyborną zaprawę.

Zob: Rondeleta — o Sklepieniach —

„niem i sufitem kolebkowym nie były widziane"

Daie się zwornikom wydrążonym garncarskim równą wielkość i formę podług natury sklepienia, tedne maią podstawy kwadratowe i maią na [illegible] powierzchni swoiey bruzdy, dziury wgłębienia ażeby się zaprawa wapienna lepiey nich czepiała. inne są kwadratowe w górze a okrągłe od dołu.

Używaiąc tych zworników i utrzymuiąc ie za pomocą ankrów żelaznych w różnych kierunkach sklepienia zupełnie płaskie robić można, że ankry żelazne powinny być ukryte w sklepieniu więc się w zwornikach powinny robić wcięcia dla nich, ale zworniki wydrążone nie mogą mieć takowych wcięć, więc potrzeba klucze robić z zwyczayney cegły niemniey krawędzie kryzowe w sklepieniach krzyżowych i klasztornych. —

Sklepienia płaskie powinny mieć większą grubość iak półcerkłowe.

Sklepienia z kamionki czyli tłuczonego gruzu Beton

Sklepienia starożytne których zachowaniu się dziwiemy w pomnikach Rzymskich były powiększey części stawiane z ubłoczanych drobnych kamyków cegły dachówki wraz z wapnem i wiązane łańcuchami z cegły. takiemi są sklepienia w Coloseo. w Termach, w Świątyniach Pokoju, Minerwy medica, Wenery i Roma — spostrzega się w Termach Caracalli i w Colosseum sklepienia te maiące spodnią powierzchnię złożoną z warstwy cegły wielkiey kwadratowey na płask kładzioney. X

— Starożytni w stawianiu sklepień iak byli ostrożni iak w murowaniu murów aby zapobiedz rozpłynięniu się massy z przyczyny obciążania się nieregularnego nim się kamionka by mogła nabrać konsystencyi dostateczney. — Te przestrogi zasadzały się naysamprzód: na dawaniu w pewnych odległościach iedne sklepienia pasów z cegły lub kamienia — 2°. na ubłaczaniu gruzu z wapnem w miarę iak się go na szalowania nakładało, 3°. nie wybiiaiąc szaleli póki się ten ubłok nie stwardnił dostatecznie.

Sklepienia z ubłoczanego gruzu z wapnem są nayłepsze iakich by można używać nad wielkiemi budowlami iakoto kościołami. Salonami — są korzystnieysze iak z ciosowego kamienia. Starzy Rzymianie którzy tak dobrze umieli pogodzić świetność z Ekonomiką, i prostemi sposobami przyiść do nadawania swym Strukturom cechy wielkości i wspaniałości stale używali kamionki na sklepienia swych ogromnych, wielkich salonów które nazywali *Hexedra amplissima*

Heigel. Zasada aby z drobnych wiele części iednostaynie spoiną całość tworzyć. — czego w fundamentach Kamionka t. i. zaprawa z drobnego kamienia, a w murach Ziemiotłok ma swe zastosowanie — rozciągnięta została i do budowy sklepień we Włoszech, gdzie temu sposobowi wyborną naturalną wapna do zaprawy spaiaiących spotyka się — Dobra miernie gruboziarnista Zaprawa wapna pomieszana z drobnymi pomostowemi kawałkami rozpościera się na opierzeniu z deszczek czyli szalowaniu, i tworzy po wyschnięciu zupełną sklepienia kształtu iakoby skorupy iaia.

Że to przy materyałach naszych z trudnością osięgnąć można wiele prób przekonało — Zob: Heig: Handbuch der neuesten Ökono: Bauarten.

Sklepienia te zaymuią wprawdzie interesuiące mieysce w ogólnym rzędzie tworów budowniczych — też ich użytek praktyczny iest bardzo mały.

Żaden ciężar na nich kładzionym być nie może a podczas pożaru takowe się rzucą. — Drewniane sklepienia blisko ten sam sprawia skutek, mniey zaś za niemi większa lekkość i taniość. równie iak zwięzłeysze żakie i [illegible] co do wykonania wiązanie. —

cyrków, amfiteatrów.—
Sklepienie kuliste Panteonu w Rzymie maiące 133 stop rzymskich średnicy; sklepienie krzyżowe hexedry amplissima termów Dyoklecyana które ma 74 stop średnicy są z ~~cegły~~ kamionki i ich stan iest ~~takim~~ zakonserwowane iest takim iakim był w czasie ich stawiania.— Sklepienie beczkowe Kościoła S. Piotra w Rzymie iest także z cegły które ma 82 stop rzymskich średnicy a 144 wysokości:
Sklepienia te ~~[illegible]~~ robią się bardzo łatwo iaka:kędz ich iest formy i wielkości.
Składa się mieszanina gruzu z wapnem na szalowanie sklepienia i ubiia się ią pomiędzy pasami z cegły lub kamienia — chcąc zrobić kassony i ozdoby to sklepieniu wgłębione przybiiaią się na szalowaniu deseczki listwy etc: i oto sposób który z wielkim kosztem używany był przez Rzymian w wielkich wspomnionych strukturach.—
Porównywaiąc ten sposób tak łatwy prędki i mało kosztowny z sposobem robienia sklepień z ciosowego kamienia, łatwo dostrzeże nieoszacowane korzyści:
Obrabianie zworników doskonałe z ciosu wymaga wiele ostrożności, i robota ich iest długa i kosztowna— windowanie i kładzenie tych mas ciężkich iest utrudzaiące i nie może się obeyść bez wielkich rusztowań machin — układanie ich wymaga rzemieślników wprawnych i roztropnych, pociąga za sobą wielkie niebezpieczności używaiąc deseczkowań callés. Kassony i inne kompartymenta ponieważ się na mieyscu wykonywać i wykończać muszą, są więc zawsze bardzo kosztowne, i nie mogą mieć nigdy tyle wgłębienia iak starożytne a które tyle się przyczyniaią do wspaniałości struktur — Kamień z czasem nabiera koloru rożnego nieprzyiemnego dla oka — Na takich sklepieniach malować się nie da al fresco, malowanie iednak tyle przyozdabia budowle włoskie.
Sklepienia z ciosu maią iescze tę wadę z względu trwałości że są cięższe iak z cegły lub kamionki przeto ich więcey większe, i wymagaią podpor mocnieyszych zwłaszcza dla tego że mała ilość wapna w stosunku nie spaia tak zworników między sobą iak spaia gruzowatych małych kamienie ~~masa~~ ~~bo ią~~ otaczaią ze wszystkich stron
Można ~~tamu~~ ta zarzucić że konstrukcya takowe które się mogły udać w kraiach ciepłych i suchych nie mogą przystać kraiom wilgotnym i zimnym lecz ten zarzut zniweczy się na widok monumentów

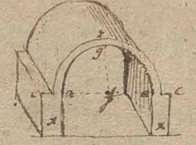
$9 : 4\frac{1}{2} = 32 : x$
$x = \frac{4\frac{1}{2} \cdot 32}{9} = 16$

starozytnych ieszcze exystuiących — Rzymianie
nie tylko na lotopach ale i w Kraiach różnych
wystawionych na wszystkie odmiany temperatury
iakoto Szczere wiatry wilgi iakim iest anglia —
w Anglii zachowuie się ieszcze mur zwany Pickes
który ią oddziela od Szkocyi a który Severus kazał
stawiać. — ~~Widz~~ Zadziwia ieszcze tam amfiteatr
ślady łaźniów, reszty drog starozytnych gdzie Ka-
mionki użyto — Sala termow Juliana w Paryżu
iest sklepiona Kamionką — sklepienie tey przez
kilka wieków było odkrytem i wystawionem
na bezposrednią wilgoć, iednakowoz dochowało
się aż do naszych czasow — Idzie tylko o to
zeby umieć użyć dobrey Zaprawy wapienney.
W [illegible] ma być kościół z zbieranego okrągłego iako
iaja kamienia ~~zrobione~~ sklepienie

o Sklepieniu Beczkowem

Wzor 1. okazuie Sklepienie beczkowe pełnego Cerkla czyli połcerklowe, dla tego że łuk aga iest połową koła —

W. 1.



Chociaż takie Sklepienie iest naymocnieyszym pomiędzy wszystkiemi ie: dnym łukiem koła ~~robi~~ wyginanych w Budowlach iednak mieszkalnych nie zawsze korzystnie używać się może bo nie zawsze mieć można dosyć wysokości ażeby się z połcerklem można było tak wysoko podnosić — Opu: szczać się zaś z oporami nie wypada bo ściany Po: koiow mieszkalnych powinny mieć pewną wysokość ażeby przy nich meble i sprzęty stawiać było można. Nawet w piwnicach i Składach iakiegokolwiek rodzaiu zawsze iest potrzebna pewna wysokość pionowych murow dla beczek itp: —

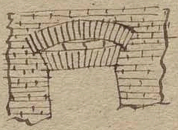
W. 2.

Rzadko więc dla tych przyczyn w Bu: dowlach gdzie na wygodę się ma uwagę używać się zwykło Sklepienia Beczkowego z pełnym cerklem ale punkt środkowy b z ktorego się łuk zatacza opu: szcza się niżey linii zz zaczącey opory Sklepienia — to ~~iest~~ im to opuszczenie będzie większe mb, tem wy: sokość Sklepienia nm będzie mnieysza, i tem to Skle: pienie będzie spłaszczeysze. — ~~Jeżeli~~ ~~[illegible]~~ To opuszczenie mb = $\frac{1}{4}$ zz lub $\frac{1}{3}$ zz być może i nazywa się Skle: pieniem spłaszczonym o $\frac{1}{4}$ lub o $\frac{1}{3}$ Cerkla. —

Wzor 3. iest Sklepieniem bardzo spła: szczonym nazywaią go Niemcy Ramanatbogen — Takie płaskie Skle: pienia wymagaią mocnych Oporow i przezorności kiedy są zerokie. Z korzyścią używać się mogą nade: drzwiami okn[illegible] dla tego że maią za opory same mury zwodu [illegible]. — Mogą nawet w takich przypadkach być zupełnie prostemi Wzor 4. i nazywaią się Sztorcami. —

W. 3.

W. 4.



Dobrze iest nad prostemi Sztorca: mi dawać tuki drugie przesklepia iak tenże wzor wystawia ażeby sam Sztorc nie tak łatwo pod cię: żarem muru wyższego mogł pęknąć. — Węgary z Ka: mienia ciosowego nadedrzwiami i Oknami także po: winny mieć takie przesklepia dla lepszego zabezpie: czenia tych Sztorcow. — Zwyczaynie Sztorce robione bywa: ią z cegły, ale ie można robić i z Kamienia ciosowego

robiąc srednie zworniki dłuższe tak azeby spodem do linii prostej ściśle obciągnięte być mogły Rys 5. – Mogą mieć kąty zaokrąglone jak A lub ostre jak B. Tym sposobem przesklepiają się otwory nad drzwiami wjezdnemi.–

Rys 5.

Sklepienia Beczkowe

Sklepieniem beczkowym nazywa się właściwie to które
się wspiera na dwoch murach przeciwległych w całey
ich długości, i ktorego obłęczystość iest półkolem.–
Sklepienia takie iakkolwiek są pięknemi w Budo:
wlach wysokich× tak przeciwnie w Budowlach mie:
szkalnych są częstokroć nieużytecznemi, bo rzadko
można mieć taką wysokość, azeby były mogły być
w pełny cerkiel, bez poniżania się z Oporami czyli
Zrzadami
Nadstawami zbyt nisko. tak że mało co pozostaie
murow pod niemi pionowych przy ktorychby Sprzęty
Meble itd. stawiać się dały dogodnie – w Piwnicach na:
wet potrzebna iest pewna wysokość murow dla
beczek – Robiąc ie w środku, to iest pod kluczem
tak wysoko iak potrzeba dla przeyscia, nie
można na bok nie schylaiąc się – Zaskle:
pianie klap okiennych iest nie tylko zatrudniaiące
w tych Sklepieniach, ale iescze światło wpada przez
nie bardzo ciemno do piwnic i pomieszkań zwłaszcza
ieżeli okna nie są dosyć wysoko nad ziemią, nako:
niec trudno iest do takowych okien doyść czasem
chcąc ie otwierać lub zamykać.

Sklepienia beczkowe pełnego cerkla są w piwnicach
iescze dla tego nieużyteczne że potrzebuią poło:
wę swey szerokości na wysokość, dodaiąc do tego
grubość samego Sklepienia (: i pasow gdyby się ich uży:)
wymagaią głębokiego zapuszczania się w ziemię
z piwnicami lub Suterenami, albo zbyt wysokiego
wywyższania się z niemi nad powierzchnią ziemi,
co pomnaża koszta, wyciąga w ostatnim przypa:
dku wysokich podmurowań czyli Osadzek, Scho:
dow przedfrontowych.–

Rzadko więc w Budowlach zwyczaynych mie:
szkalnych i piwnicach używa się Sklepień beczko:
wych pełnego cerkla, ale płascieyszych np $\frac{1}{3}$ szero:
kości na wysokość maiących –

Jeżeli rodzay gruntu głębokich fundamentow wy:
maga ktore służą za mury piwnic korzystnie mo:
żna użyć pełnego cerkla – iako naymocnieyszego
ze wszystkich –

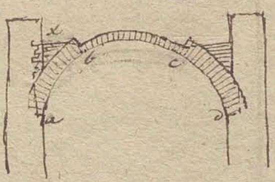
× kiedy nie są poprzerzynane Kapami czyli lunetami, i
daleko są regularnieysze i wspanialsze niżeli krzyżowe
i klasztorne, a zatem zawsze na pierwszenstwo zasługuią
w budow Strukturach wspaniałości poświęconych.

Grubość Sklepienia beczkowego iakiegobądź krzywizny iest w domach mieszkalnych zazwyczay 6 cali czyli na ½ cegły. — chociażby miały i 10 stóp sprzęgu — Z Doświadczenia pokazało się że ta grubość iest dostateczna, ieżeli na nie nic więcey nie cięży iak ziemia pod podłogami i podłogi mieszkań wyższych. Mogą się czasem stawiać i z cegły małey miary i nie mieć tylko 5 cali grubości. — —

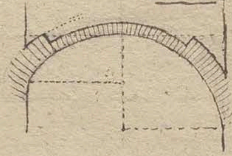
Ta miara grubości nie tylko dla beczkowych ale i dla wszelkiego gatunku Sklepień mo: że służyć — z tą uwagą że tylko w średniey części Sklepień ma mieyśce bo każde Sklepienie[x] poczyna się murować na Oporach o 6 cali grubiey to iest na całą cegłę aż do ⅓ części iego krzywizny abcd Wzor 15. lub przynaymniey do wysokości Swiatła Sklepienia W. 16.

[x] maiące więcey iak 8 stop szerokości.

W. 15.

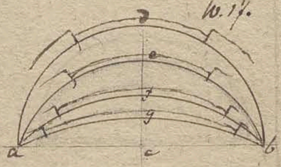


Wzor 16.

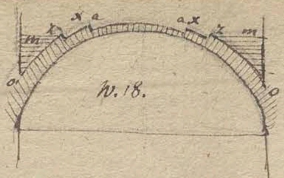


Nayprostszy sposob znalezienia dopokąd pogrubienie Sklepienia o 6" ma mieć mieysce — wziąć wysokość Sklepienia dd, ce, cf itd w kierkel i z punktow a, b poodcinać ią na okrągłości wewnętrzney Sklepienia — W. 17

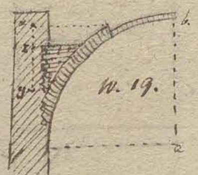
W. 17.



Nadto każde Sklepienie bez wyiątku maiące więcey iak 7 stop sprzęgu nadmurować się w pachach iak x we Wzor. 15 okazuie. — azeby lepszy dadz opor parciu Sklepienia. — Dobrze będzie ieżeli to nadmurowanie pach związe się z samym murem, w którym tym końcem strzebowanie cegeł zostawiać by się musiało bo dopiero po wyprowadzeniu murow a pokryciu dachu wszystko się przystępować do Sklepień iak się rzeczy powie. Tak zrobione nadmurowanie nie mało przyczyni się do mocy Sklepienia wiążąc część iego grubszą ab Wzor 15. z murem tak że tylko rozłączenie punkta b, c służące za opory Sklepienia bc — części Sklepienia xba nie mogą się od muru oderwać iak przykłady zwalonych Sklepień tego dowodzą ieszcze też ma korzyść że swym ciężarem powiększa ciężar muru samego od strony Sklepienia, a zatem powiększa odpor iego parciu. Może nawet oszczędzić grubości samego muru. — Kiedy Sklepienie spada mieysce iego przełamania się iest w połowie szerokości pach niżey więcey podług płaskości Sklepienia tak że ~~się~~ część iego przy oporach zostaie nienaruszona —



Jeżeli można mieć cegłę małey miary można zachować stopniowanie grubości Sklepienia od klucza ku oporom – kładąc cegłę wielkiey miary na 6 cali grubszą w długości aa, w długościach x, x miałoby Sklepienie grubości 9 cali – w Pachach zo 20 na 1 cegłę wielkiey miary t. i. 12 cali, któraby się coraz zgrubiało przez wymurowanie pach m, m – Lecz na to w wielkich fabrykach tylko i szerokich Sklepieniach mogłoby się mieć względy. –



W Sklepieniach zwyczaynych zamurowanie pach może bydź równo z wysokością zasklepienia o 6 cali grubszego iak Wrot 18. 15 – W szerokich zaś z Głębokiemi pachami może bydź dane miary iak W. 19.

Gdzie po Sklepieniach wozami się ma ieździć iako np. nad piwnicami maiącemi na sobie Sienie przejezdne nad Kanałami ulicznemi, podworcowemi itp. a nawet gdzie się wielkie ciężary maią kłaść na nich, trzeba na Grubość Sklepień dawać 1 cegłę chociażby miały mieć tylko 1 Sążeń szerokości, poczynając Sklepienie przy oporach o ½ cegły grubiey i robiąc zamurowania pach iak się wyżey powiedziało.

W Kościołach i innych Strukturach gdzie Szerokość Sklepień wynosi 5 do 8 Sążni, grubość Sklepień przy kluczu bydź winna 1 stopę t. i. na 1 cegłę, przy pachach ~~grub~~ większa o ½ cegły iak się wyżey wspomniało – co też i do innych rodzajów Sklepień stosuie. –

Ponieważ beczkowe Sklepienia zwłaszcza półcyrkulowe są bardzo mocne i trwałe, mogą więc korzystnie bydź używane do zasklepiania takich pokojów i mieysc które od pożarów bezpieczne bydź maią iakoto Skarbców – Archiwów – Kass – ażeby ie zabezpieczyć tak ażeby spadające ciężkie ciała nie mogły ich przebić łatwo, da się ~~naygru~~ ~~bszy~~ ich Sklepieniom 1 cegłę grubości, wzmacniaiąc ie iescze ~~pasami~~ przesklepianiami co 3 lub 4 stop na 1½ cegły szerokiemi ~~grubemi~~ i ½ cegły wysokiemi – nie trzeba tu wspominać że takie mieysca żelaznemi drzwiami opatrywane bydź muszą. –

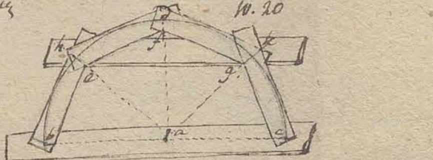
Gilly chce mieć Sklepienia beczkowe zawsze z wierzchu wzmacniane pasami na ½ cegły grubemi a na 1 cegłę i szerokiemi co 3 lub 4 stopy – a Nadmurowanie pach równe ~~…~~ ½ wysokości Sklepienia to iest $yz = \frac{ab}{2}$ Wrot 19. – Pasy nawet w Sklepieniach zespołowych chce mieć sierpy – Grubość tych pasów rozumie się oprócz grubości samego Sklepienia bo nad nim występuie – pod spodem ich bynaymniey nie widać.

Z Kamienia łamanego ucięsnych Sklepien robić nie można iak na ½ tołuia — Nadmurowanie pach robi się iak w Sklepieniach z cegły. — Jnnego rodzaiu Sklepien robić nie można tylko beczkowe.

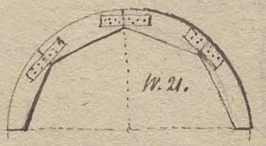
Robienie Buksztelów dla Sklepien Beczkowych i innych

Bukstele robią się z deszczek ~~1¼~~, 1½ nawet 2 cale grubych. — to iest dla sklepien ½ i na 1 stopę grubych dosyć iest użyć 1½ calowych deszczek, dla grubszych nad 1 stopę iakoto Przesklepien czyli pasow, 2 calowych. Podług zaś szerokości Sklepienia zbijaią się z sobą deszczki poiedyncze lub dubeltowe. —

Maiąc wiadomą ~~obszerność~~ przestrzeń do zasklepienia wezmie się iey szerokość nie zaś długość na szerokość Sklepienia, nadto ustanowiwszy iaką ma mieć wysokość — kładą się na wyrownanym placu dwie deszczki na ktorey kreśli się cyrkułem linia bc tey długości iaka ma być szerokość Skle- pienia × w środku iey zabiia się gwoźdź a do ktorego przywiązawszy sznurka wolno obracać się mogącego, zakreśla się połkole bcd na ktorem podkładaią koley- no deszczki azeby zewnę- trznemi krawędziami do ~~tę~~ obwodu tego koła do- chodziły — na iaki podłożonych i uświdrowanych kołkami w końcach kreśli się połkole cyrkułem trzymaiąc ią w końcu sznura w b na tych deszczkach, ktora oznaczy o wiele przypadnie ich obcie- sać — Wyciągaią się sznurem przecięcie ah, ad, ak, ~~dla~~ i nakre- ślaią zestosowania ch. fd. gk cyrkułem — W: 20. —

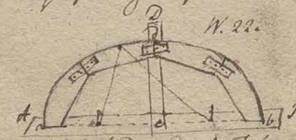

W. 20

× zmnieyszona 3 lub 4 ca- lami po- dług gru- bości szalo- wania.


W. 21.

Obciosawszy i poprzycinawszy deszczki, poprzybiiaią się na nich krotkie inne deszczułki — Wzor 21 oka- zuie gotowy Bukstel połcyrkłowy poiedynczy. —

Bukstel dla Sklepienia Elliptycznego. może podobnym sposobem podkładaiąc na- stępnie deszczki robionym.


W. 22.

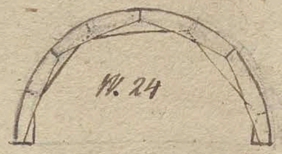
Na deszczce AB, nakreśli się szerokość sklepienia ab zmnieyszona 2 calami na grubość szalówek — na deszczce cD wyprowadzi ⊥ o 1 cal krotsze iak wysokość Sklepienia takze z przyczyny grubości szalówek

Dla Sklepien spłaszczonych, i iakiegokolwiek rodzaiu Luków, ktora o kilku łukach wypadnie na podłodze lub wyro- wnaney ziemi wyrysować obłączystość w natural- ney wielkości używaiąc sznura zamiast cyrkła — co się tycze podkładania Deszczek i obciosywania sposoby tego samego się użyie z niejakiemi odmianami ktorym każdy sobie wrazie potrzeby może sporządzić —

W. 23

Dla wąskich sklepien Przesklepien robią się bukstele z deszczek sprzęgami zbijaiąc W. 23. —

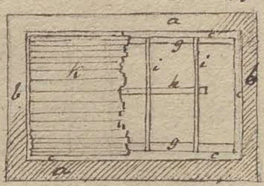
Buxtele dubeltowe podobnież się robią z tą różnicą że się składają z dwóch pojedynczych buxteli tak z sobą zbitych że ~~w~~ reszterowania ~~w~~ ~~ied~~ deszczek w iedynym są na środku deszczek w drugim W. 24.



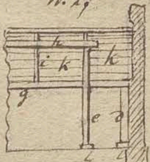
W. 24

Stawianie Buksztelów dla Sklep: Beczkowego

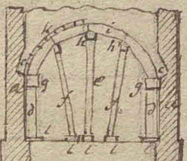
Wzór 25 iest rzutem mieyśca do zasklepienia, 26 przekroy poprzeczny. W. 27 podłużnym. – Przy murach bocznych b, b czyli szotowych inne stawia się buxteli, ale się murujące zostawia szpara półłokieć lub taka iaka ma być obszerność Sklepienia Ta szpara ma 3 cale do



25



W. 27



W. 26

6\. głębokości, a tyle szerokości iak ma być grube Sklepienie przy kluczu, przy oporach i tego nadmurowanie iednym słowem zostawia się w murze wcięcie 3 cale głębokie profilu stawiać się mającego Sklepienia w każdym bocznym murze. – Na zukowatości spodniey tego wcięcia zeprą się konce Deszczki zwanych Szalowkami. – Ażeby popostawiać Buxtele i i i, naypierw są 4 rogach żeby popostawiać się słupy d – Takie słupy stawiają się także wzdłuż przy murach długich w odległości 9 do 12 stóp, a to podług długości sklepienia i iego ciężkości. – Jeżeli ziemia miękka podkłada się pod nie deszczki l, l. X Na Słupach kładzie się w obu stronach płatwy g, g, a na nich dopiero Buksztele i, i, w odległości 3, 3½, lub 4 stopy podług grubości Sklepienia i szerokości. więc wierzch płatwy powinien być równo z oporami

W Sklepieniach na ½ a nawet na 1 stopę grubych podpiera się Buxtele w środku Stęplem e; w Sklepieniach cięższych i grubszych, użyie się cztere Stęplów f, f – Podług ciężkości Sklepienia dadzą się te Stęple albo pod każdym buksztelem, albo pod drugim trzecim lub 4tym tylko – Stęple nie podpieraią bezpośrednio buxteli ale się na nich kładą podpaski h wyzwody. Mogą podpierać bezpośrednio wtenczas kiedy są pod każdym buksztelem

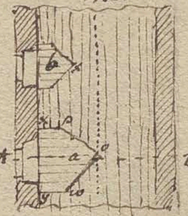
Na tak poustawianych buxtelach kładą się Deszczki k porządnie, czyli Szalowanie, na którym się Sklepi porzyna, cegłą lub kamieniem zaczynaiąc od murów a z wyięć c. c.

Kiedy Sklepienie ma być Kamienia, Buksteli nadłuży nad 3 stopy rozstawiać nie można

Buxtelowanie i Szalowanie Kap Okiennych i Drzwiowych

Dla światła robiąc Okna w murach podsklepiennych wypada je w owych Sklepieniach pomieszczać w całości lub części – Drzwi zas tylko w części chybaby Sklepienie beczkowe do samey podłogi dochodziło. Azeby się razy okien i Drzwi otwierać mogły nie zawierające ~~tamujące~~ ~~tego~~ Sklepienia potrzeba w nich robić policzki zasklepiaiące je między sobą płasko, i to zasklepienie nazywamy kapą – powinno się poczynać powyżey Szczyta drzwi i okien gdzie iest nayszersze i zwęża się coraz i gubi w Sklepieniu robiąc z nim kąt ostry a Wzor 28. 29. – kąt ten może dochodzić aż do naywyższego punktu Sklepienia głównego, a to ~~bo~~ tak w a, albo nieco niżey iak w b. – W tym ostatnim razie często konice ten x bywa zaokrąglonym – Wzor 29. iest przekroiem podług linii AB – Żukowatość kapy może być płaska – Stawia się dla niey buxtel przy murze xy x wyprowadziwszy policzki do przywoitey wysokości, deszkami się obkłada wspieraiąc Konce iedne na tym buxtelu a drugie na szalowaniu samego Sklepienia tak zeby dochodziły do wykreślonych krawędziów woz kapy zapomocą węgielnicy ruchomey – lub innego kształtu c żakowatego Wzor 30. stałą kapę Niemcy zowią Froschmaul: – Z tego wszystkiego pokazuie się że wprzód się robi szalowanie na Buxtelach dla Sklepie: ~~Murowanie~~ nia głownego w całey iego długości i szerokości, iak gdyby żadnych kap okiennych ani drzwiowych być nie miało, bez przerwy, a dopiero potem płaskie Buxtele np $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{12}$ sprzęgu na wierzch maiące stawiaią się przy murach nad oknami i szalują się iakeśmy wyżey powiedziało; co iednak wprzód się nie robi dopoki policzki xp, yw Wzor 28; o Wzor 29. 31 nie zostaną wyprowadzone do wysokości przywoitey bo te będąc pionowemi ściankami trzykątnemi nie potrzebuią szalowania –

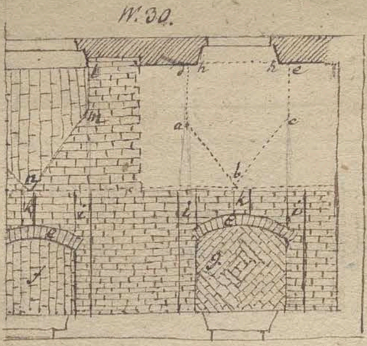
którego wierzch ma być niżey iak wierzchołek Sklepienia głownego



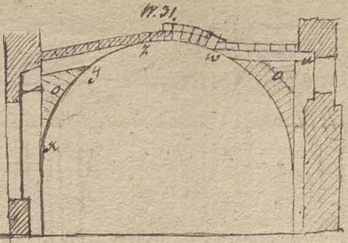
W.28

Sklepowanie buxteli w kapach większych robić się może sposobem iak się niżey w Sklepieniach krzyżowych opisze. bo kapy są rodzeniem krzyżuiących się Sklepień beczkowych Dwie kapy bowiem naprzeciwko siebie będące tak że ich Konce się schodzą formuią Krzyżowe Sklepienie

W. 30.



W. 31.



(1)

Murowanie Sklepienia beczkowego tak połokrągłego ~~iak~~ spłaszczonego tukowatego iakiegokolwiek obłączystości robi się tak:

Skoro Bustele osadzowane zostaną, poczyna się murować na oporach c, c wzor 25. 26. czyli ustępach w murze zostawionych 6 cali głębokich, które nazywaią sieniero widełagami, - Wprzod iednak podcina się z kazdey strony obicześ czyli glifow okiennych, od h do e, i od h do d po cali 1½, 3 lub 6 na ustęp policzkow kapy - Wzor 30. i murnie się sklepienie w szerokości tmda tak wysoko iak maią bydz policzki kap które zarazem wyprowadzać się muszą, to iest murnie się Sklepienie do wysokości xy wzor 31 i policzki o. - naznaczywszy krawędzie Kapy abc lub tukowate e; wykończa się sklepienie azdo mnba Do tych krawędziow, zrobiwszy kalowanie dla Kapy murnie się na nim iak w mnl, f widać przyciąć cegły przy tych krawędziach - Moznaby ie wszere murować przez przekątnią iak lit: g okazuie. gdzie oprocz tego widać krance e utorone tukowato ktorych ten rodzay kap wymaga - Wzor 31. okazuie iak się te Kapy łączą z sklepieniem, a mianowicie yz iest kapa z zakończeniem ostrym, wu za zakończeniem tukowatym czyli kraniecz.

We wzorze 30. pod literami i i widać pasy czyli przesklepia które Gilly ~~chciał~~ mieć prowadzone w odległościach co 3 lub 4 stopy grubsze o cali 6 czyli o ½ cegły iak samo sklepienie, a tyle szerokie iaka iest ich grubość cała - Obok Okien przesklepia te formuią razem policzki i we Wzorze 30 są dane na 1 cegłę grube i szerokie bo samo sklepienie ma ½ cegły, nie wyprowadzaią się one z osobna ale wraz z sklepieniem azeby się ich cegły wiązały z cegłami sklepienia Wzor. 32.

We wzorze 31 widać po prawey stronie takowe przesklepie -

k, k wzor 30 okazuie części tylko tych przesklepień dla wzmocnienia kraiow e e także ~~na~~ 1 cegłę na wzwyż maiących -

W. 32.

Kiedy się murnie Sklepienia cegłą zwyczayney iedney grubości nie maiąc umyslnie klinowato wyrabianey cegły zwaney Sklepowka, potrzeba często w czasie roboty przyjmać cegłę klinowato.[^] — Mularze nie zawsze sobie chcą zadawać tę pracę ale murnią wciąż cegłę całą, kiedy im raz ~~się~~ zewnętrzny obwod Sklepienia bardzo się skracać poczyna i fosungi zewnętrzne bardzo szeroko wypadaią zamazane wapnem, takie Sklepienie nie może bydź trwałym — Sklepowka ~~maiąca~~ o 1/6 lub 1/8 cała ciensza w iednym niż drugim końcu zwykła miewać i Sklepienie z niey wypada mocniey.

[^] Tak to w ampla. jach trzeba mieć uwag. (margin note: wrêle się ięy powie.)

W Murowaniu ~~wiel~~ przestrzegać trzeba aeby grubych fosung czyli fug pomiędzy cegłami mularze nie robili, bo im te będą większe tem osiadanie się Sklepienia musi bydź większe, i trudnieysze wyrychanie. —

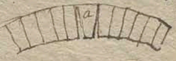
Murowanie Sklepienia beczkowego na obudwu murach przeciwległych razem się poczyna i prowadzi aż do naywyższego mieysca, kiedy pomiędzy połowami dwiema Sklepień nie pozostaie tylko otwor 6 cali szeroki i klinowaty zwykło się cegły obciąć klinowato i z całey mocy ie wen wbijać młotkiem od mocnieyszego wbicia tych klinow chcą niektorzy zależącą moc i trwałość Sklepienia. —

Przez obcinanie ~~wiel~~ cegieł klinowato wrêle się rzeczy Tamie na co w robieniu wykazu kosztow mieć trzeba uwagę — Mniey mierownie wychodzi Sklepowek —

Zawsze bowiem fosungi powinny mieć kierunek ku środkowi ~~tukow~~ kot z ktorych były ich obtęczystości zakreślone czyli powinny bydź ⊥ do Szalowania.

Co się tycze wbijania kluczow siłą powtarzanem uderzaniem młotka, Gilly tę robotę nie tylko za niepotrzebną ale za szkodliwą bydź uważa, — ieżeli się nie dołoży starania aeby szczelnie do cegieł obustronnych przylegał — Gdyż albowiem można sobie obiecywać za trwałość po Sklepieniu w ktorych klucze byłyby przyięte iak a. we Wzorze 33 okazanie. — Jeżeli

W. 33.



Zaś precyzyinie obetnie się ten klin przyzwoicie i gładko z obu stron tak że szczelnie będzie przylegał do cegieł bocznych, zmoczywszy go wodą i wapnem cienko obmazawszy nie będzie potrzebował mocnego wbijania, i Sklepienie będzie trwalszem iak w pierwszym przypadku.

Te przestrogi dla wszelkiego rodzaiu Sklepień i przy Sklepień służą — iako też i te że:

Nigdy doradzcy rzeczą nie iest rozpoczynać iakiekolwiek Sklepienie nie wyprowadziwszy murow w całey ich

wysokości a nawet nie potrzeba by Budowli Dachem
dla tego, żeby te mury z nim obciążone będąc wypełni przeszły się
osiadały, i ażeby Sklepienie pod zasłoną od Deszczów
można było wyprowadzać, coby im nawet szkodliwym
być mogło. w przeciwnym razie.

Po ukończeniu Sklepienia nie zaraz należy przystę-
pować do wybijania Buxteli – ani wybijać ie razem
ale naypierw cokolwiek trzeba zwolnić stęple srodkowe
to iest te co są w środku klucza Sklepienia
wybijaiąc pod niemi cokolwiek podkładki klinowate
potem zwolnić tym samym sposobem stęple boczne
nakoniec przyczepne
przez to się Sklepienie nieco osiędzie ścisłaiąc wapno
w szczelinach póki iest świeże, zostawiwszy to tak przez
iedendzień można będzie stęple i Buxtele porozbierać

Gdyby się zostawiło Sklepienie na swoich Buxtelach
tak dlugo żeby wapno zupełnie wyschło, po wyjęciu
mu potem Buxteli na proch by się wapno zgniatać
musiało pomiędzy cegłami, bo każde Sklepienie musi
się cokolwiek osiadać, nie mogłoby więc być tak
mocnem, a nawet mogłoby się walić nagle stęple
wybiiaiąc.

Jeżeli Sklepienie z Kamienia łamanego nie trzeba
spieszyć się z wybiianiem buxteli ale owszem dadź mu
czas wyschnąć – Z wbiianiem klucza ostrożnie sobie
postępować, to iest obcinać kamień klinowato
ieżeli można – ieżeli na to kosztu tracić nie chcemy
trzeba kazać porobić klinów dębowych lub innego
drzewa trwałego, i wbiiać ie tu i owdzie w Sklepienia
pomiędzy kamienie dla ścieśnienia go – Ten sposób
praktyczny nie iest bynaymniey niebezpieczny zarzuca
Koller – kliny te utrzymuią kamienie w tęgości pomię-
dzy sobą póki Sklepienie świeże, i zgnić nie mogą
póki nie wyschnie – wyschnąwszy zaś samo w sobie
iest mocnym się staie – Sklepienia kamienne
bardzo się osiadaią czyli obległaią dla czego wypa-
da Buxtele nieco wyższe robić niż rysunek wy-
maga, bo osiadłszy przyidą do swoiey miary. –

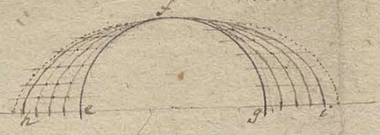
Czasem mieysce do zasklepienia nie jest prostokąt-
ne ale wcale wiednym końcu iak drugim iakim
iest abcd we Wzorze 35 – Tu buxtele będą być
musiały iedney wysokości a różney szerokości – Ozna-
czywszy obłączystość Sklepienia w końcu szerszym
i węższym znaydą się Obłączystości buxteli po-
średnich sposobem we Wzorze 34 wystawionym

Gdyby się przeciwnie zrobiło to iest wybiło naypierw stęple
przy murach czyli Słupy, potem stęple boczne a na-
koniec środkowe, mogłoby Sklepienie się porysować, bo
się każde Sklepienie po wyjęciu szalowań osiada
i to osiadanie poczyna się ze środka Sklepienia, pod-
parszy więc ten środek a boki zwolniwszy, części
te by się obległy a w częściach Sklepienia w rzewięc
mu zostaiący odłączyć by się musiał, i chociaż
by potem był zwolniony nie będąc w spoieniu
z spodnią częścią Sklepienia może by czasem i
spaść musiał Kol. 24.

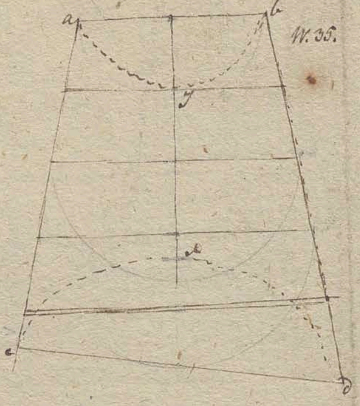
na miejscu

Sklepienia gotyckie są rodzaiem beczkowych bo są iednego przekroiu wszędzie – Były dawniey wużywaniu powszechnym iak to w kościołach, bramach zamkach starych widziemy – dla kształtu iednak swego nienaypięknieyszego rzadko bywaią teraz używane, i to tylko gdzie potrzeba wielkiey mocy i gdzie wysokość dozwala ich użyć. iako w lochach kościelnych wewnątrz w piwnicach – mostach. ale i to bardzo rzadko. Właściwe ich użycie iest w Archit: Gotckiey.

W. 34.



W. 35.



Sklepien także Beczkowych z obłączystością łańcuchową także się nie używa; bo chociaż teoretycznie iest naymocnieyszem ze wszystkich kiedy wypada grubość Sklepienia iednakową – przestaie iednak nim bydź wypełniaiąc Pachy murem i ~~wzmacniac~~ robiąc Sklepienie od oporów grubsze iak w środku podług prawideł wyżey podanych – Kształt iego nie piękny ani regularny – Zob: wyżey o Kresleniu linii łańcuchowey – co się w przypadku może zastosować do robienia budteli –

Sklepienia beczkowe w Planach znaczą się wykreślaiąc na murach czołowych łuki cxd ayb wur 35 takie iaka ma bydź wygięcie sklepienia.

6 7 8 9

5 10 15 19/20

Przesklepienia czyli Gurty dla stawiania na nich murow

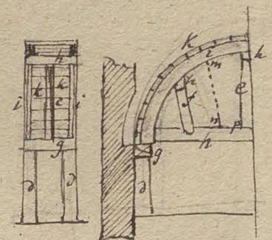
Przesklepienia są właściwie [pasami] Sklepieniami beczkowemi ale grubszemi — maiącemi swoie opora na murach przeciwległych lub filarach

Ich użycie iest albo wspierać mury wyższe które na samym Sklepieniu dane nie miały bydź oparte mogą albo też służyć mogą za [oporny czyli] posady sklepień samych o czem powiedziano w Sklepieniach beczkowym krzyżowym — w kuplę — kapiastym itd mowiło się, i mowić będzie

Przesklepienia te mogą bydź półkoliste — tukowate spłaszczone itd: —

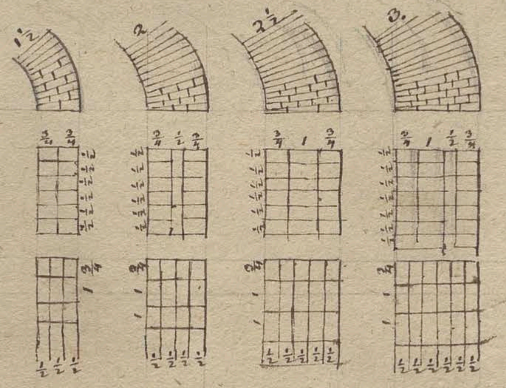
Sklepić się mogą nie potrzebuiąc koniecznie szalowania — dla pospiechu iednak lepiey iest szalować Buxtele —

Wzor rob: okazuie przykład stawiania 2. Buxteli i na płatewce g leżący na stupak d d, e stępel w srodku — f dwa stępple poboczne, h pod: pasku — k szalowanie. Linia nn iest mieysiem dla 2 ie: szere stępli gdyby grubość Przesklepienia miała bydź 2'. — lub kiedy sprzęg pozwoli — Jeżeli Gurta ma mieć 3 stop gru: bości trzeba pod buxtel dadź cztere stępple f tak że ich razem 5 wypadnie —



Muruiące z cegły, tę wiązać potrzeba w Przesklepiach i tak:

Wzory polo: czne okazuią miarę cegły i iey układ warstwami dla przesklepień na 1½. 2. 2½ 3 stopy grubych na murzy. — Widać tu że skosy przez całą grubość przesklepien pro: mienisto prze: chodzą.



Szczegolny spo: sob dobrego wiązania cegieł zawsze tu trzyma użycia tak zwa: ney $\frac{3}{4}$ owey cegły to iest maiącey $\frac{3}{4}$ długości cegły zwyczay ney, którą w cegielniach umyslnie kazać trzeba wypalać dla ułatwienia roboty w obmurowaniu —

Nigdy nie może bydź rzeczą doradzoną chyba na Sklepieniach bardzo małego sprzęgu stawiać mury po: dłużnie. — Lecz można stawiać kominy zawiązane z mu: rami głównemi i wewnętrznemi z iedney strony, bo w tym razie części tylko swoią i to na naymocniey szey części Sklepienia nad naczółkiem pach się wspieraią

Pasy w większey odległości formuią rodzay przewięzi w Sklepieniach, i w oporach tym ktorem do odpowiednio grubych na przeciw siebie murow wymagaią — Jeżeli się w małey odległości od siebie znayduią mogą za szereg: szyppe utrzymuiących cięższe przestwory sklepienne w tym razie mury iednostayney grubości ale odpowiedne wymagaią —

Pasy te albo się znayduią mogą iedno wzmocnienia sklepień w ten sam sposob i z tego samego materyału zrobione będą co sklepienie — albo innym sposobem złożone iako reszta sklepienia — Zob fig: 6. 7 — i 8 i 9 Tab. 8. w Steigelnie? Karta 69.

Kształt pasow tępszy bydź może takim że służą za widerłagi sklepień w przestworach fig: 9.

Pasy nie zawsze rownolegle do sklepienia bywaią prowadzone — mogą mieć grzbiet poziomy — lub dopko waty, lub mnieyszey obłączystości: fig: 10. 11 — 12 — a to podług zamiaru rożnego: a to szczegolniey iezeli maią służyć za podstawę konstrukcyom wyższym

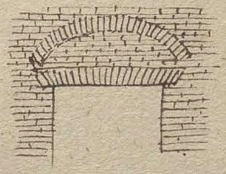
Mogą bydź pasy tępsze w rożnych kierunkach pro: wadzone — to iest horyzontalnych iak były dawne nymfie i w innych tak gotyckie

Ogniska kuchenne — Podmurowania pieców itp. lek-
kie mogą się stawiać na Sklepieniu. —
Ściany ~~ceglane~~ na Sklepieniach w podłuż nie można
stawiać tylko lekkie mury lub ściany, i to nie ina-
czey tylko nad samym środkiem tegoż sklepienia
to iest nie na boku — Nadto pamiętać trzeba pauky
do przewagi z wierzchem sklepienia równo zapeł-
nić — Nawet niechce mieć wspieranych Grub komi-
nowych i kominów chociaż wszyscy na piecach Sklepien
co iednakowoż praktyka pozwala — W rozporządzeniu
więc piwnic trzeba się stosować do rozkładu pięter
inaczey łatwo upaść można na nieprzywoitość kło-
dliwą trwałości i mocy —
W poprzek iednak na Sklepieniach można lekkie
mury krzyżowe stawiać, nawet kilkopiętrowe — to
iest. Jeżeli Sklepienie iest beczkowe nad piwnicą
wtedy robi się Przesklepie czyli Gurtę na
1 lub 1½ cegły grubą na wierzch, więcey cegły z sa-
mem Sklepieniem na ½ cegły zawieraiący grubym
piwnicznym tak aby od spodu równa powierz-
chnia zostawała. — Szerokość tych przesklepień
zawisła od grubości muru stać na niey maiącego
to iest robić się powinna na ½ cegły neymniey
szersza iak grubość muru, lubo niektórzy przestaią
na takiey ich szerokości iaka iest grubość muru. —
Przesklepie robić się może albo formujące pas na
Sklepieniu i wtedy powierzchnia sklepienia równa
wypada, lub też od spodu ten pas widzialnym się
robi co zawisło od tego czyli ten pas przyczynia się
może do ozdoby Sklepienia lub nie. — Jeżeli mur węgłu
potrzeba szerszym mury podsadne Przesklepia robić
grubsze o ½ cegły lub na całą cegłę — co się albo zewnątrz
albo wewnątrz przymurkami nadstawić może nie
potrzebuiąc dla tego pogrubiać murów podsklepien-
nych w całey ich długości —
Przesklepia fundamentowe tym samym uwagom
podlegaią, ale ponieważ są pod ~~ziemią~~ mogą więc
i powinny robić się z kamienia łamanego, mogą
być nawet grubsze. — Grubości tych przesklepień pod
domy 1 i 2 piętrowe (: przez doświ:) następuiące i do
porządzenia wyciągnięte prawidła służyć mogą:
kiedy szerokość przesklepia wynieśli 6 stóp.
iego grubość na wierzch będzie na — 1 cegłę
w szerokości — od 6 do 10. — 1½ cegły
od 10 do 16 — 2.
od 16 do 20 — 2½ —

Chociaż rachunek teoretyczny
mnieysze wymiary podaie iednak w praktyce raczey
więcey iak mniey brać wypada — i tę grubość na całe
cegły i półcegły oznaczać. —

W Praktyce (nowy Gilly) ieszcze za niejakie prawidło mieć można, że, grubość przesklepień zawisła w pewnym względzie od możności obcinania cegły klinowato, np gdybyśmy chcieli przesklepić szerokość 6 stopową na 3 lub 4 cegły grubo, wtedy na zewnętrznym obwodzie tegoż prze: sklepienia przypuszczaiąc (: bo inaczey nie można :) 3 cale na grubość cegły; po podzieleniu tegoż obwodu na 3 calowe części i po wyciągnieniu linii centralnych X wypadłoby na obwodzie wewnętrznym stosugi prawie kończąsto z sobą schodzące się, i cegły bardzo spiczasto przycinanemi byłyby musiały, co nie uchodzi nigdy. Przyiąć za regułę można że spodnie cegły przy wewnę: trznym obwodzie przesklepiena na 1 cal obcięte czyli o tyle klinowato zacięcione być mogą; powyciągawszy potem promienie stosugowe do środka koła, pokaże się wyłuszaiąca grubość przesklepień na owych bieżą: tam gdzie te promienie mniey więcey o grubość cegły od siebie rozchodzić się poczynaią

Przesklepienia horyzontalna maią swoie użycie szczególniey nad oknami i drzwiami — robią się z kamieni lub cegły — dla ulżenia ciśnienia na nie murem wyższe: trzeba nad niemi dawać łuki w odległości pewney — płaskie lub spłaszczone o $\frac{1}{8}$ lub $\frac{1}{12}$ części rozciągłości — ściany między oknami



nie są zazwyczay dosyć grube ażeby o ich rozpychanie była obawa. — bo rozpieranie idzie wzdłuż muru na narożniki mieć trzeba iednak wzgląd. — Gdyby nawet szturc miał być z iednostaynego kamienia nie trzeba zaniedbać tego łuku — można go nie dawać tylko w tenczas kiedy szturc sam z cegły lub kamienia iest klinowaty.

Przesklepienia spadziste w Schodach robią się tak iak poziome lub spłaszczone zawsze cegły ułożyć się ⊥ do klinowatości spodniey czyli biegu

NB. Szerokość 6 stopowa czyni obłączystość wewnętrzną równą $6 \times \frac{11}{7} = 9\frac{3}{7}$ stop = Cali 113. — Zewnętrzna będzie równa. ~~10 X~~ (na 4 cegły biorąc sklepienie czyli na 4 stopy grube) $10 \times \frac{11}{7} = 15\frac{1}{7}$ = Cali $188\frac{2}{?}$ —

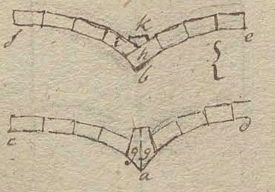
$\frac{188\frac{2}{?}}{3}$ = Cegieł na zewnętrznym obwodzie maiących po 3 cale grubości 63. —

Zatym $\frac{113}{63}$ wypadnie na grubość cegieł przy spodnim powierzchni sklepienia 1 $\frac{5}{6}$. — cali. — Gdyby się brało w uwagę stosugi wężłowa by grubość cegieł ieszcze w spodzie wypadła; co by prawie wynosiło tyle ile chce mieć Gilly — — Dla sklepienia 3 stop grubego wypadłaby grubość dolna cegieł spodnich 2 Cale a z stosugami biorąc ieszcze więcey, przykład więc ten iest podany aby tylko miał co powiedzieć.

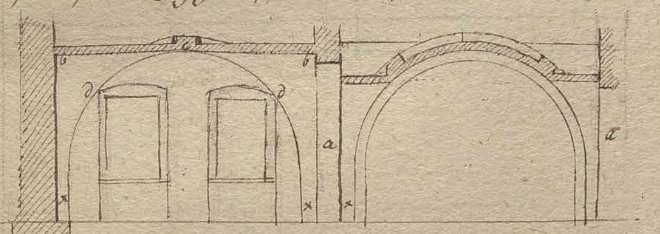
Sklepienia krzyżowe.

Sklepienie krzyżowe powstaie z przecięcia się dwoch sklepień beczkowych iedney wysokości, a iedney lub nierowney szerokości, bądź pod kątem prostym lub ukośnym. — Właściwie składa się z 4 kap czyli szydów których krawędzie ostre przecinaią się w środku sklepienia przy kluczu, i spadaią w 4 kąty mieysca zasklepionego. są nayostrzeysze przy oporach a nayrozwartsze przy kluczu sklepienia gdzie się krzyżuią. — Wzór: 37. okazuie ich kształt w Gotyckich a czasem i innych sklepieniach, czasem te krawędzie nie są ostre ale rownemi członkami ozdobione z cegieł umyślnie do tego robionych i formuią żyły sklepienne.

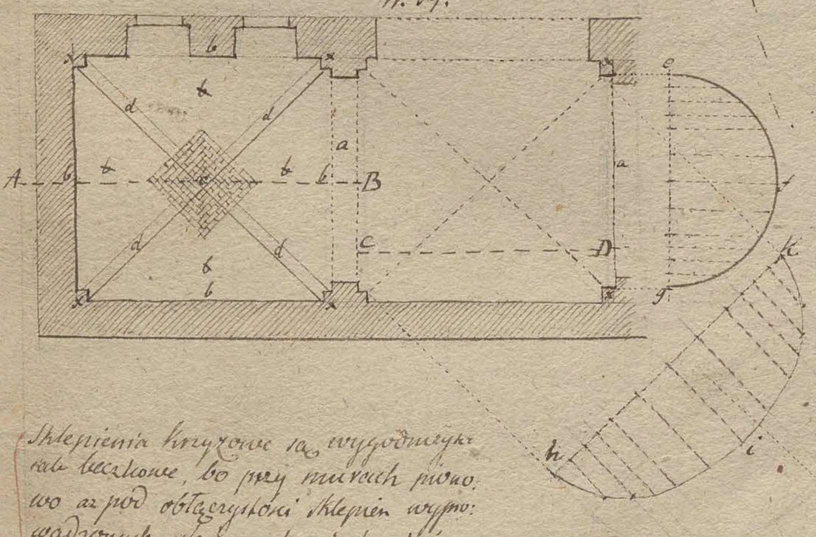
Wzór 37.



W: 38



W. 39.



Sklepienia krzyżowe są wygodnieysze iak beczkowe, bo przy murach pionowo aż pod obciążystości sklepień wyprowadzonych stać prosto i stawiać sprzęty: tako można, a nawet okna drzwi w nich mieści bez żadnego utrudzenia dlatego w piwnicach i pomieszkaniach ~~z~~ niskich korzystnie się używać mogą. —

Grubość sklepienia o ~~których się~~ w ogólności krzyżowych w Domach mieszkalnych iest na ½ cegły przy kluczu a na 1 cegłę od oporów do pewney wysokości tak iak dla beczkowych się przepisało

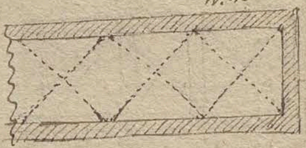
nawet w szerokości 10 łokci. (sposob: wyżej co się o grubości Sklepień wspólnie rodzajów powiedziało:)–
Jeżeli miejsce jest dłuższe jak szersze, szerokość 1/2 do długości miejsca się uważać powinna–

Gilly mowi: że kiedy szerokość miejsca i długość jest 16 stop, można go zasklepić krzyżowo na 1/2 cegły grubo, dając pasom ~~przeciągłym~~ krzyżowym 1 cegły grubości czyli krzyżom.

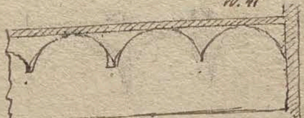
Kiedy przestrzeń do zasklepienia jest obszerniejsza pasy krzyżowe robią się na 1 1/2 cegły grube, a same Sklepienia czyli Kapy na 1 cegłę.– Też takie Sklepienia dla swej wielkości i ciężaru wymagają mocnych oporow, i tylko w szczególnych przypadkach mogą mieć swoje użycie np. kiedy ziemią grubo mają być zasypane, lub kiedy je chcemy zabezpieczyć ażeby w czasie pożaru spadające ciała przebić ich nie mogły.

Jeżeli miejsce zasklepić się mające jest długie a wąskie podzieli go się przesklepieniem czyli pasem poprzecznym na 2 części jak wzór 39 i 38, i każdy przedział zasklepi się krzyżowo– Jeżeli miejsce bardzo długie podzieli go można tym sposobem na kilka części przesklepieniami– Lubo w wąskich przestrzeniach możnaby się obejść bez przesklepień jak wzór 40.–41.–

W. 40

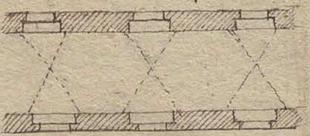


W. 41

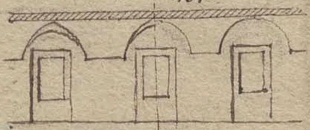


Do Sklepień krzyżowych nie powinno się używać takich jak wzór 42.43. gdzie krzyże są w znaczniejszej odległości od siebie, bo takie jest zatoczenie beczkowym mającym Kapy przeciwległe stykające się przy Kluczu Sklepienia.– Używają się w długich Gankach czyli krużgankach–

42.



43.

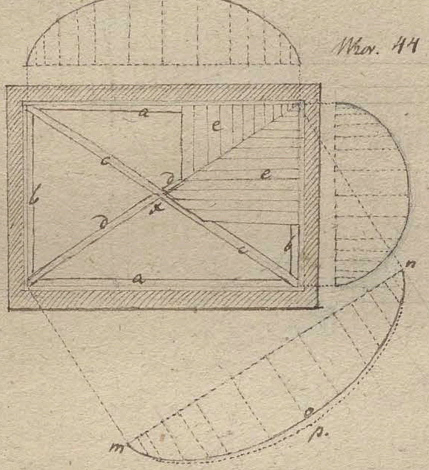


Zawsze jednak pasy usilnie pięknieyszymi czynią Sklepienia zwłaszcza kiedy pod ich oporami przy ścianach mogą być dawane przymurki w sposob pilastrów.

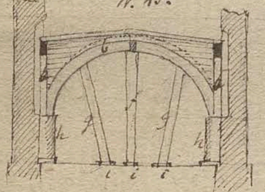
Jezeli mieysce iest długie a razem bardzo szerokie podzieli się go przesklepianiami w poprzek i wpodłuz wspieraiące się w srodku na umyslnie wyprowadzonych filarach murowanych iak się niżey powie —

Ostre Kranędzie Sklepienia czyli Krzyże wynikać mogą z samych kątow mieysca czyli rogow ktore się ma [murow] zasklepiać iak Wzory 40. 41. 44 okazuią, lub też z wystepuiących przy murkow x.x. Wzor. 38. 39.

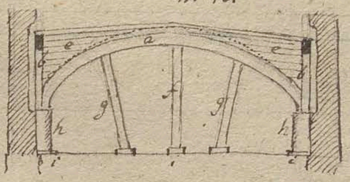
Wzor. 44



W. 45.



W. 46.



Poniewaz zasklepienie kap i krzyzow powinno się schodzić w srodku a zatem mieć iednakową wysokość, oczywistą więc iest rzeczą czyli się wprzod wysokość czyli obłączystość kap lub krzyzow oznaczy, zawsze iednak obłączystość krzyzow wypadnie płasceysza chociazby samych kap była potrzebkowa. — bo przy iedney wysokości szerokość krzyzow iest zawsze większa tako stanowiąca przekątnię.

Pospolicie robi się 6 Buxteli do każdego Sklepienia krzyzowego iak np. wzor 44. 39. — To iest 4 Buxtele stawiaią się przy 4 murach a,a, b,b, Wzor 44. 45. 46, na stupach h w kątach murow postawionych — i na tychże stupach dwa buxtele krzyzowe cc dd Wzor 44. z ktorych ieden np. cc musi byc cały, a drugi dd do niego w samym srodku stosowany czyli przyparty. — Litery e oznaczaią szalowanie deszczkami oheblowanemi. — ffgg są stuple pod buxtelami iak krzyzowemi iak przymurowemi i i i podkładki pod nie

Czasem się nie stawia buxteli przy murach ale tylko krzyżowe. — i tylko w murach robią się ustępy na 2 lub 3 cale głęboko podług obłąkowatości kap lub się ie po wyprowadzeniu murów gładko wyjina dla wspałcia szalowania; ~~lub~~ i wgnieżdżenia pięknoszych legiet sklepienia w mur —

Murowanie sklepien krzyżowych czesem się bez szalowania odbywa, co wielkiey wprawy i umiary ona wyciąga, a zatem zdatnych mularzy bardzo — zawsze lepiey na opierzeniu Deszkami murować —

Robienie buxteli dla przestrzen regularnych iest bardzo łatwe iak widziemy się ~~z~~ wzor 39. 44. i tak: Jeżeli we wzorze 39. są przestwory kwadratowe, i ieżeli obłęczystość kap ma być potrzebnem efg podziel się linią eg na pewną upodobaną liczbę części równych i na takąż liczbę podziel się długość kh oznaczaiąca długość buxteli krzyżowego, poprowadziwszy przez punkta podziału linie ⊥ w buxteli hik tak długie iak odpowiadaiące tym przedziałów ⊥ na obłęczystości efg wynoszą, otrzyma się tyle punktów które połączone z sobą uformują obłęczystość ~~Ale~~ Buxteli ~~nasz~~ krzyżowego żądaną.

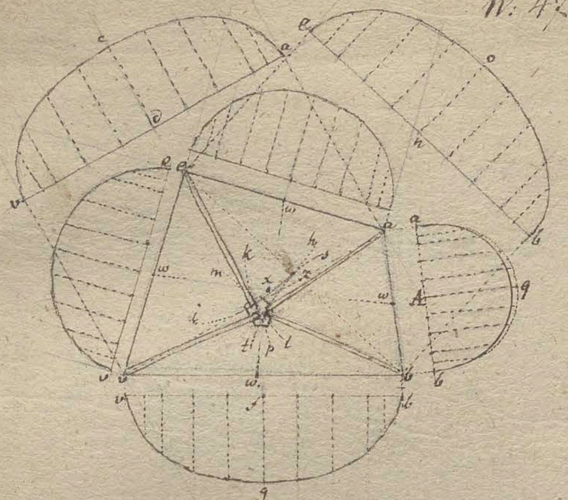
Ponieważ zaś zawsze się środek sklepienia robić powinien wyżey iak naywyższe punkta kap przy murach tak dla mocy samego sklepienia iako też przez wzgląd na iego obleganie, a na co się zwykło brać pospolicie $\frac{1}{60}$ część długości Buxteli krzyżowego hk, potrzebuiąc Buxtele te robić o tyle wyższe iak przymurowe tym sposobem punkta b, b we wzorze 38. 39. ~~wzgl~~ nieco będą niżey iak punkt c. Toż samo zachowane iest we wzorach 45. 46 gdzie po pochyłości szalowania sądzić można o wyższości klucza sklepiennego — Punktowane zaś obłęczystości oznaczaią buxtele krzyżowe których inaczey w przekroiach nie było można wydać, są one uciąc nieco wyższe iak przymurowe — We wzorze 44 — obłęk mon iest równey z przymurowemi wysokości zaś kropkowany mpn o $\frac{1}{60}$ długości mn wyższy iest tym ~~kto~~ podług którego buxtele krzyżowe robione być powinny

Kiedy przestrzeń abve wzor 47 do zasklepienia iest bardzo nieregularna, buxtele 4. przymurowe nie powinny iednakową wysokość, z tych naykrótsza ab będzie musiała być półkolowa — w tym przypadku buxtele krzyżowe zrobię się następuiącym sposobem: Podzieliwszy ligiwę ab łuku abq na pewną liczbę części równych podziel na takąż liczbę ligiwy va eb powyprowadzay ⊥⊥ daiące im długość z profilu egb podwyższonego o $\frac{1}{60}$ naydłuższego buxteli np av. otrzymasz obłąkowatości ~~Buxteli~~ krzyżowych.

2 e 4   n=50   l=x, 5.x

50 = 100 + 4900 ~~an~~ = $a_1 + (n-1)d$
= 5000   2 + 49.2 = 2 + 98 = 100
4900/2   S = na, n(n-1)d

N: 47



(1.)

w prowadzony ... w środku przekątni

Że zaś w Storysie Nro 47. dwie przekątnie eb av nie przecinaią się w środkach swoich iak w figurach regularnych prostokątnych ale punkt z ich przecięcia iest nie iest ani w środku iedney ani drugiey przekątni nie można by więc szukać w tym kierunku buxteli boby sklepienie bardzo nieregularne wypadło, a nawet wykonanie go bardzo by było trudnem. — Potrzeba więc koniecznie naywiększy punkt wysokości buxtelow dawać w środku ich długości eb, av z profilu agb o ⅙ części długości av podwyższonego. —

Tak zrobione buxtele eob, vca przecinaią się w a i c na 2 równe części i wspieraią w środku na słupie zwanym Mnichem — Mieysce gdzie ten mnich ma być postawiony łuki poszukiwane hi, zw, mp, kl same wskażą. —

Tak ie ustawiwszy nie będą wprawdzie w prostym kierunku naprzeciw siebie, ale ~~to~~ przynaymniey to nie iest tak obrażaiące oka iak nierówność wszelka i wichrowatość kap sklepiennych. —

Buxtele przymurowe zrobią się także podług profilu abg ale nie podwyższonego o ⅙ bo va bo to tylko służy dla Buxteli krzyżowych. — W murach powycinaią się szpary z do 8 cali głęboko lub się zostawią w czasie murowania dla zagnieżdżenia pierwszych cegieł sklepienia iak się wyżey powiedziało. —

Można by iescze znaleść punkt gdzie krzyżowe Buxtele maią się z sobą łączyć, dzieląc boki ve, ea ab bv na 2 równe części i poprowadzić linie ww, ww punkt x byłby tym punktem dla postawienia mnicha, sklepienie iescze bardziey byłoby zbliżone do regularności ale 4 Buxtele krzyżowe ex ax bx vx musiałyby osobno być nakreślane w swych połowach podług połowy

Profilu a A q.

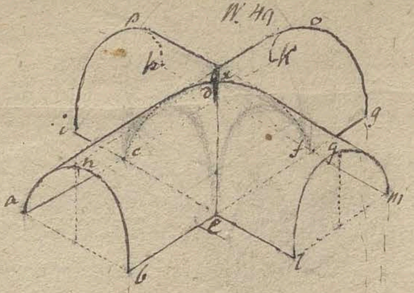
w Prostokątnych sklepieniach mnich przypada w samym środku x. fig 44. – ieden buxkel krzyżowy nie przecięty wpuszczony iest w niego, drugi przecięty także wpuszczony, i końcami do pióra do buxkelu całego. – w mnichu wręż w górę musi dlatego być robione wycięcie w krzyż tak głęboko iak iest szerokość buxkeli i tak grube – Podług szerokości i ciężkości sklepien raz robię się Buxkeli z poiedyńczych, najlepiey iednak z dubeltowych desek iak się wyżey o tem mówiło.

Dotąd się brało zawsze obtaczystość Buxkelu przymurowego najkrótszego za miarę obtąkowatości innych i krzyżowych, gdyby iednak Obtączystość krzyżowa miała przez to tak płaską wypaść żeby nie miała $\frac{1}{4}$ swey szerokości na wysokość co iest nayrmnieyszą iey miarą, np. wzor 44. lepiey iest nadać iey nayprzód wysokość przywoitą, i podług niey obtąkowatość kap wyprowadzić, to iest zupełnie przeciwnym sposobem sobie postępuiąc, być czasem może że przez to kapy w wszystkich stronach wypadną wyżey iak potrzebowne, co iednak to także ~~nie zgubu~~ przypadku nie wiele szkodzić może bo mała różnica od poziomu nie była obrażaiącą.

Zrobiwszy opalowanie na Buxkelach e e w. 44 poczyna się sklepić od oporow, nayprzód zaczynaiąc zawsze od Krzyżów, ~~aby~~ ponieważ na powiązaniu pasów krzyżowych z samemi sklepieniami kap moc sklepienia zawisła; to iest iesli pasy krzyżowe maią być na 1 cegłę grube, a kapy na ½ cegły, nayprzód się przytnie 2 cegły gg wzor 37. i na szalowaniu położy, i po obu stronach sklepi się kapy ge gd aż do murów, a raczey aż do wcięć w murach porozstawianych; na tey pierwszey warstwie kładzie się druga be bf w ktorey cegły h, i przytykaiące stronki pierwszey warstwy – kawałek raz cegły k tak się przytnie i ozadzi – Na drugiey tey warstwie kładzie się znowu trzecia tak iak pierwsza, i tdi na przemiany – Im bliżey wierzchu sklepienia tem cegły g g, h, rozwartey będą przycinane co szalowanie samo Mularzowi iest skazowką –

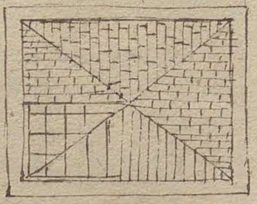
Wzor 38 okaże sklepienie w przekroiu podług linii ABCD., gdzie widać krzyżowy pas grubszy iak kapy.

W. 49



Robienie Sklepie-
nia krzyżowego
z pasami na krzyż
o ½ cegły grubszemi
chociaż nadaiące
więcey mocy Skle-
pieniu, nie iest ie-
dnak oszczędnie uży-
wane — Wzór 50
okazuie Sklepienie z góry
w którym nie masz pasów
ale cegły w krzyżowaniu
się kap są przycinane
z ukosa podług potrzeby
i kładzione na kant, tak
właśnie iak cegły przy
krawędziach kap ekiin-
nych lmn Wzór 30. w Skle-
pieniu beczkowem. — W pruskich te Pasy nayużęy
się w używaniu

W. 50



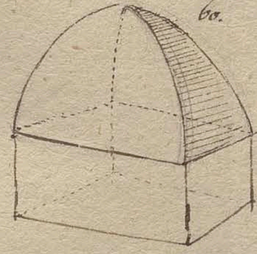
Sklepienia krzyżowe Świątyni pokoju — Termów Cara-
calla — Zob. Borgnis k. 212.
Ozdobienie Sklepień Borgnis k. 207.

Sklepienie Klasztorne

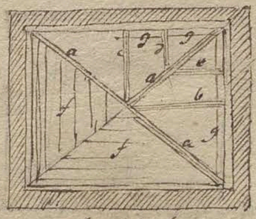
Sklepienie klasztorne także powstaie z przecięcia się dwoch Sklepien beczkowych. Niech abnkog i qphlqm wior 49. będą dwoma sklepieniami beczkowemi przecinaiącemi się podług linii ~~df~~ cxf, dxe, ieżeli sobie wystawiemy 4 części troykątnawe tych sklepien z tego przecięcia wynikaiące to iest ~~cde~~ cxe, exf, fxd, dxc wyięte reszta będzie formować Sklepienie krzyżowe maiące klucz w x a za krzyżowe krawędzie obłączystości cxf, exd — Jeżeli zaś osobno 4 części troykątnawe z sobą złożemy tak iakie miały położenie przed wyięciem powstanie Sklepienie klasztorne maiące za krawędzie krzyżowe te same zupełnie obłączystości cxf, exd —

Jakkolwiek oba te rodzaie Sklepienia powstaią z przecięcia się dwoch beczkowych, wielka iednak między niemi iest różnica, bo w sklepieniu krzyżowym krawędzie krzyżowe są wydatne ostre, kiedy w klasztornym są wklęsłe i ostre. — w Sklepieniu krzyżowym kapy spotykaią się z murami podług obłączystości iakie odcieny Sklepieniu, zaś w klasztornym ze wszystkich stron poczyna się sklepienie na widerlagu horyzontalnym. — Wior 60. go wystawia

Sklepienia klasztorne maią tę wadę co beczkowe zatem tylko na wysokich dostatecznie murach dużo unikaią kap okiennych i drzwiowych mogą mieć swoie użycie. — nad przestrzeniami □ⁿᵐⁱ wydaią się piękne — mogą być pełnego kółka tukowate lub spłaszczone, robią się i nad przestrzeniami innych figur regularnych iakoto sześciokątne 8ᵒ kątne 5ᵒ kątne etc. — Nad okrągłem formuią kopuły.

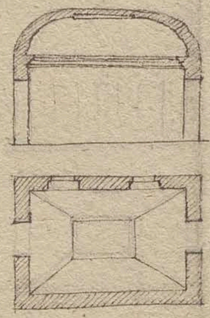


Bekstele krzyżowe dla nich stawiaią się zupełnie tym samym sposobem co dla Sklepien krzyżowych ieżeli przestrzeń nie wielka robi się szalowanie na nich tylko — Wior 61.



Jeżeli przestrzeń większa trzeba środkiem poposławiać bekstele b., c których tukowatości tym samym sposobem się znaydą co przymiarowych w Sklepieniu krzyżowym. z tą różnicą że tu gorowanie beksteli krzyżowych

o bo ich szerokość nie może mieysca — Dla wiel-
kich Sklepień lub ciężkich iescze stawiać można
potbuxtela d, e, które niczem innem nie są iak
częściami spodniemi buxteli c b, wspierające ich
końce na buxtelach krzyżowych. — Widać więc że
tu potrzebne iest położenie płatwy na słupach
narożnych i przyściennych tak iak w Sklepieniu
beczkowym dla wsparcia postawienia tych bu-
xteli — Buxteli podeprą się w środku mnichem
a ieżeli potrzeba i stęplami. — f iest szalowanie
Sklepienie poczyna się robić ze wszystkich 4
stron przyimujące na 1 cegłę cegły nad krzyżem podług kąta
pochyłości — dalej zaś na ½ cegły tak iak do Skle-
pienia krzyżowem powiedziano — lub na 1½ ce-
gły od oporów, a na 1 cegłę strona Sklepienia.
Paski się nadmurują itd: —



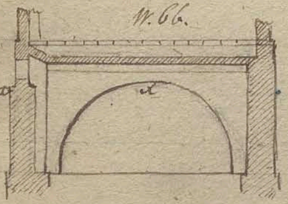
Sklepienie klasztorne przyzwoicie
może być używane w wielkich
salonach których długość nie prze-
wyższa ½ szerokości; przyimują
piękne przyozdobienie i bogate
bo środek horyzontalny w spo-
sób sufitu może mieć ramę i
malowany obraz — wiele ram
mnieyszych i różney formy może
być rozmieszczonych w około i
być pomieszane z festonami
arabeskami — liściowaniem itd.

Sklepienie kapiaste

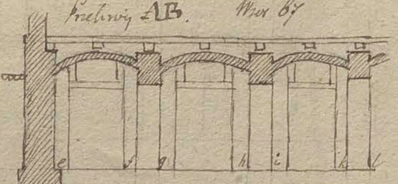
Sklepienie kapiaste szczególniey dla Piwnic i Suterenow iest usposobionem. O kształcie iego można sobie zrobić wyobrażenie tak:

Niech abcd Wzor 68 będzie przestrzenią do zasklepienia zrobi się, w podział iey długości tak żeby odległości ef gh, ik, l... pomiędzy przymurkami czyli filarkami fg hi, kl, itd byly 6 stop do 9 naywięcey, samym przymurkom fg, hi, kl daiące 2 stopy szerokości czyli 2 cegły.

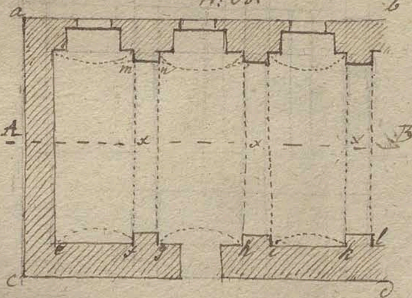
W. 66.



Przekroy AB. Wzor 67



W. 68.



Na przymurkach sprzęgaią się przesklepia w sposobie Arkad x Wzor. 66. na 1½ cegły grube (na wzwyż:) lub na 2 cegły, daiąc im na wysokość w świetle ⅓ naymniey ¼ ich szerokości. Pachy tych przesklepień wypełnia się ~~aż do wy:~~ ~~łot~~ do srzodwagi aż do wysokości ich w klińcach, tak że się uważać mogą za mury w ktorych otwory Arkadowe porostawiane. — Pomiędzy niemi robią się sklepienia w poprzek beczkowe płaskiego bardzo tulu bo ⅛ a naymniey $\frac{1}{12}$ odległości ef, gh, ik na wysokość maiące na ½ cegły grube — te płaskie zasklepienia nazywaią się kapami, a od nich Sklepienie swoie nazwisko kapiastego bierze.

Co się tycze przymurkow fg, mn, hi, itd: to trzeba uważać że ieżeli szerokość piwnicy nie przechodzi 12 do 16 stop a fundamenta same z siebie są grube, lub stoią ~~pod~~ pod domy murowane o kilku piętrach, ~~można~~ nie potrzeba dawać tych przymurkow bo przesklepia x mogą z sam(ych) murow wynikać. —

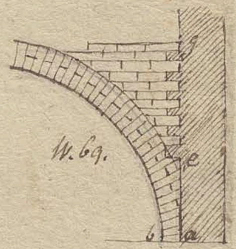
Zas kiedy szerokość piwnicy lub Suterenu iest 18 lub 20 stop. lub fundamenta nie dosyć grube, ~~m~~ i nie ~~obcią~~ obciążone murami pięter, w tenczas tym przymurkom dać trzeba wyskok na 1 cegłę lub 1½ dla wsparcia przesklepień, wcrem (?) iszcze nie trzeba uwagę na ~~wysokość~~ ich wmięgłość, bo ieżeli Przesklepia maią mniej ¼ swey szerokości na wysokość

pręzą bardziey na mury iak kiedy by miały tylko $\frac{1}{3}$ częśc tey szerokości. – w pierwszym razie wyskok przymurków powinien więc bydź większy iak w drugim. –

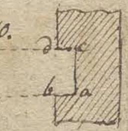
Jeżeli presklepia nie maią mieć przymurków ale w murach samych mieć swoie opory i z nich wynikać postąpi się tak:

Od dna piwnicy biorąc robią się w czasie murowania w murach oporowych wycięcia abcd na ½ cegły głęboko W. 69. 70. a od a do c tak szeroko iaka ma bydź szerokość presklepień np. na 1½ cegły. Te wycięcia robią się od a do e bez strzabowania w wysokości około 3 stop, zaś od e do wierzchniey krawędzi sklepienia g strzabowane. – Wzór 69. wyrażnie jaśnie wystawia iak się

W. 69.



W. 70.



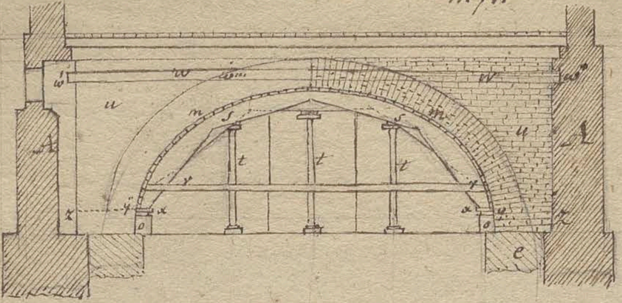
zasklepienie i nadmurowanie pach w presklepieniach uskutecznia. –

Z Wzorów 66. i 67 także łatwo widzieć będzie że w tym rodzaiu sklepienia ściany piwnic ef, gh, ik zostaią pionowe tak że do nich stoiąc wszędzie dosyć można, i też przy nich meble i inne ruchomości ustawiać się daią, nadto że światło pełne iak z innych okien do piwnic dochodzi – przeto też ten rodzay sklepienia w piwnicach nad beczkowe należy.

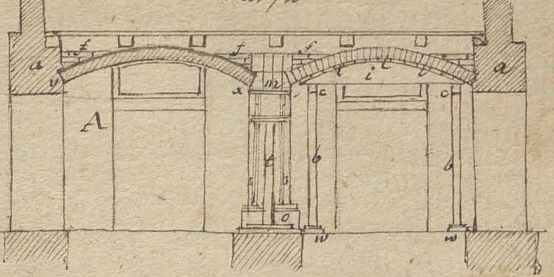
W Zasklepianiu samych kap postąpi się tak: Niech będzie przestrzeń vwxz Wzór 73 do zasklepienia dwiema kapami, maiąca ~~długość~~ na długość vx 17⅔ stop w świetle, a głębokość wv 20 stop. Wyprowadziwszy fundament równo z tem czyli podłogą piwnicy do srzodwagi i wyrównawszy narysuią się na nim okna piwniczne ff, drzwi g oraz grubości murów i przymurki czyli filary hh pod presklepienie służyć maiące, a na 2 cegły szerokie. –

Potem przystąpi się do wyprowadzenia murów piwnicznych od fundamentu z kamienia polowego lub łamanego o 3 cale wyżey iak ma bydź wysokość presklepienia od podłogi piwnicy pod klucz. Dla wygodnego przeyścia dosyć iest dadź 6 stop na tę wysokość presklepienia w świetle, więc mury się wyprowadzą na 6 stop 3 cale.

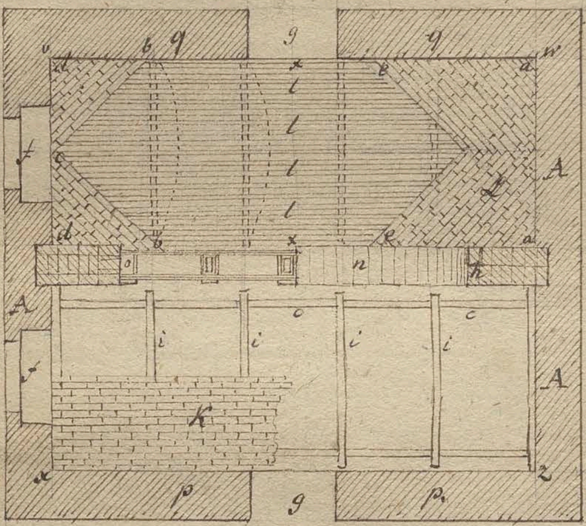
N. 71.



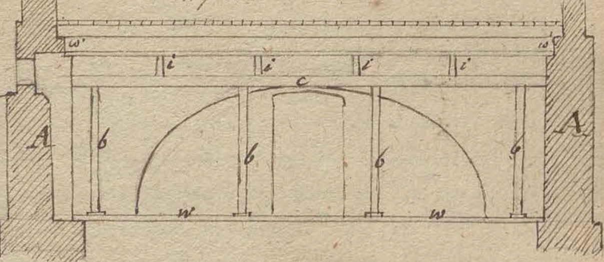
Wzor 72



N. 73.



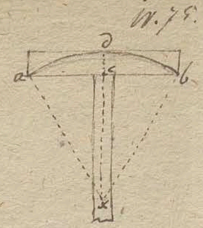
N. 74.



Bukszteke dla tych przesklepień zrobią się Ellipty:
czne sposobem ogrodniczym zapomocą Sznura.
iaki się wyżey ~~wowoto~~ opisało podług Wzoru 87. i 227.
biorąc szerokość ab Wzór 8. zmnieyszoną 2 calami
dla szalówek 1 cal grubych. — W niniejszym przykła:
dzie dając szerokości dokładnie czyli przesklepieniu 15
stop wypadnie na długość buxtela 14 stop. 10 cali.
na wysokość Buxtela 1.i. od linii oporów biorąc da się
1/3 lub nieymniey 1/4 część z szerokości 15 stop więc wy:
5 stop. wysokość więc oporów wypadnie stopa 1. —
Buxtele te powinny bydź z dubeltowych desek i
dla każdego przesklepienia potrzeba ich dwa. —

Aby ustawić dwa buxtele pod przesklepienie potrzebne
iest rusztowanie, które w niniejszym przypadku po:
nieważ buxtele nie wysoko nad ziemią piwnic przy:
padają, składać się tylko może z dwóch klocków o o
Wzor 71. 73. 72. 20 cali długich 9 cali do 10 wy:
sokich a 8 cali szerokich, te się do srudwagi zupeł:
ney przy przymurkach kładą, na nich kładą się
deszczułki 20" długie 6 do 8 cali szerokie — Na De:

szerutkach stawiaią się buxtele, w odległości ta:
kiey iak mabyć szerokość przesklepienia ale zmniey
szoney z kazdey strony o 1½ cala. Wzor 72. — Azeby
ie utrzymać w położeniu pionowem przybiią
się dwie łaty na mieyscach np. m m na nich po:
przecznie, tak długie zeby konce ich dochodziły
do murow bocznych a a Wzor 72. (te łaty nie
są narysowane:) czyli do murow p. q Wzor 73
Buxtele się deszerutkami obiią czyli oszalują lub
łatami krotkiemi tak szeroko iaka szerokość prze:
sklepienia n Wzor 73. m Wzor 71. 72. — Azeby zaś
szalowanie to zaymowało całą szerokość i wysokość
Obłęczystości Przesklepienia zrobiło się Buxtele o 1
cal z kazdey strony mnieyszego wymiaru co szal
lowki grubością swoią nadgradzaią tak ze przypi
raią szczelnie do przymurkow w b b
Po ustawieniu buxteli na deszerutkach, wbiiaią
się kliny ^xx^ z kawałkow deszczek pomiędzy te deszcz
łki i kloce o o tak azeby konce spodnie Buxteli
rowno do tey wysokości przyszły iak wyrownana
powierzchnia szerdesztagow czyli oporow y y przy
na przymurkach. —
Te kliny się wybiiaią po zasklepieniu Prze:
sklepienia, przez co się buxtele sfolgują i rozebra:
ne wraz z szalowkami będą być mogły
Kiedy się iednak Sklepie rozpoczynie Buxtele
podstępluią się w 3 mieyscach t t t Wzor 71. 72.
Sklepie się zaś powinno się rozpoczynać z obóch
Koncow od oporow i przy kluczu ukonczać.
Tu iako i we wszystkich rodzajach Sklepien
na to uważać potrzeba azeby Szczęgi pomiędzy le:
głami szły promieniście ku srodkowi tukowo wła:
sciwych, tak azeby przy kluczu zostawał na koncu
otwor kształtu kliniastego w ktoren się ten
klucz klinowato wyrznięty osadzi —.
Buxtele dla Kap zrobić się tukowate da:
iąc ⅛ część z szerokości na wysokość — Ze w ni:
nieyszym przykładzie szerokość kap iest 8 stop
pomiędzy kazdym z murow p. q a Przesklepien
Wzor 73. — więc wysokość Obłęczystości kap będzie
1 stopa. — Odciągwszy 2 cale z szerokości na szalow:
ki lub łaty ^u u^ a 1 cal z wysokości, buxtele wię:
nuec będą 7' 10" długości a 11 cali wysokości,
więc z poiedynczych deszczek będą mogły być
wycięte bez żadnego spajania — tym koncem
wyciąwszy kawałek deszczki a b Wzor 75 na 7 10/12



W. 75.

stop długi wyprowina się krawędź ab, podzieli się ią w c na 2 ró: wne części, wyprowadzi ⊥ cd = 11 cali którą się przeciwne na deszczkę prostopadle przysta: wioną cx – i na tey ⊥ej pęty się odmawia i przysuwa póki sznurkiem probując nie znaydzie środka dla łukowatości adb przez 3 punkta adb przechodzącey – robiąc Δ równo: boczny zrobiłby się łuk cokolwiek wypuklejszy ale mało –

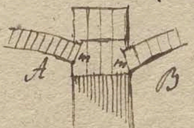
~~Oporu czyli widerlagi dla kap~~

Potem ustawiaią się te Brusek dla kap, że się ich nie stawia przy samych murach czołowych A A, dla tego na gleichu wprzód oznaczoney wy: sokości 6' 3" ~~murującsię~~ wyżey postawione 3 cale głęboki 6" szeroki łukowaty rowek wx Wzór 72., który we Wzorach 74, 71. literą w oznaczaią w formie brusek dla tego ażeby się na nim łaty lub nalewki na brusekach popękta: dać się mogące wspierać mogły, i ażeby w nie ostatnie od tych murów dopierać mające cegły Sklepień były wpuszczane i ażeby przez to same Kapy w murach miały swoie zapuszczenie

Pospolicie mularze nie robią tego łukowatego rowku ale sklepienia kap do powierzchni ~~murów~~ czołowych tylko ~~dopierają~~ dosadzaią, co iednak nie iest tak dobre iak

Pas cieniowany w w w w Wzór 71 oznacza wider: lag czyli opor dla sklepienia kapy, na przeskle: pieniu i iego pachach wyięty, właściwie poczynać się powinien o 3 cale wyżey iak światło przesklepia zatem w niniejszym przykładzie o 6' 3" nad podło: gą piwnicy –

Wtenczas iednak konieczny to iest kiedy wysokość odsadzki domu nie dozwala, można widerlag bez czyli spodnią krawędź pasu ww zrobić równo ze spodnią krawędzią przesklepia przy murze – Wzór 76 okazuie ten układ pod lit: B.

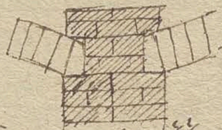


W. 76.

Dla uformowania tego pasu oporowego kap ww, wycinaią się cegły przesklepia i iego pach wy: murowanych uu ukośnie iak we Wzorze 72. pod literą m i we Wzorze 76 widzieć się daie – Cześćobroc iednak tylko cegły należące do przesklepia wykuwaią się kątem ko: sym, w pachach zaś robi się ustępek ogli rowek

na 2 lub 3 całe głęboki, to iest wdługości w.w.
i tu pierwsze legły dla Kap natych oporach leża
mające przytną się iak W. 77 pokazuie.

Powykuwawszy i porosta:
wiawszy tym sposobem wrder:
tagi dla kap tak na obu
powierzchniach Przesklepia



W. 77.

iego pachach i murach bo:
cznych a a Wzor 72. poposta:
wiaią się Buxtele Kapowe i.i.i. podług Wzoru 75 wyięte
do czego iednak ponieważ są bardzo nad podłogą
Piwnicy wyniesione Rusztowanie iest potrzebne.
to iest kładzie się forszt gruby w Wzor 72. 74 od
środwagi na podłodze Piwnicy żeby się zaś tam
nie uginał gdzie na nim ~~stegle~~ stupki ~~stać maią~~ b b stać
maią daią się pod niemi podkładki z deszczek lub
obrabianego drzewa Kawałków – na ~~stęplach~~ stupkach b b
kładą się przatewki, c c a na tych buxtele i.i. sta:
wiaią – stupki wszy i podkłady winny iść pod
sznur od iednego do drugiego muru czołowego.

Buxtele teraz okryią się albo z tenui wąskiemi de:
szczkami lub rzniętemi łatami – Jednak:

Jeżeli Zasklepianie ma się robić proste iak K
we Wzorze okazuie, w miarę posuwanego od wi
delągow sasklepiania po 2 lub 4 łaty się następnie
przykładaią w odległości 2 cali lub więcey od siebie
ią kładąc, ponieważ Mularze przy tym rodzaiu
zasklepiania stać muszą na rusztowaniu ponie
dzy buxtelami i.i.i.

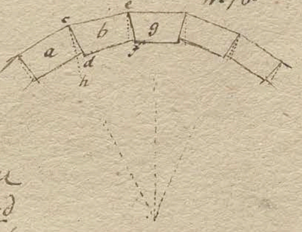
Gdybyśmy zaś chcieli sklepić przez przekątnia
iak pod Lit: L. co iest lepszym sposobem, potrzeba
Buxtele całkiem oszalować, a mularze wtenczas
stoią na Szalowaniu. – To zasklepianie powinno
się robić ze wszystkich razem 4 rogow, lub przy:
naymniey we dwoch a a lub d d dlatego ażeby prze:
kątne warstwy cegieł w środku szerokości kap
w c miały swe spotkanie, i ażeby trzymaiąc
się zawsze środka tey szerokości Kłacz zasklepienia
kwadratowy zarazem i w środku długości Kapy
przypadł; w czem ażeby się nie pomylić potrzeba
naznaczyć na murach bocznych i przesklepieniu
środek długości kap. w mieyscach x x i tey nich
z warstwami cegieł ~~proście~~ doszedłszy dopiero kwadrat
pozostaiący wypełniać aż do samego klucza.

Nie tylko ~~nawet~~ iest dobrze ale nawet potrzeba iak tak Buxtele i ustawiać wraz z małym tere na nich szalowaniem, azeby Sklepienie Kap przekątnie wyłonywane wznosiło się od rogow ku klurzowi środkowi to iest od a do x i od d ku x. o kilka cali; takie Kappy będą mocnieysze bo oprocz sprężenia w szerokości mieć go będą i w swey długości; tego się dopnie stawiaiąc buxtela środkowy wyżey o kilka cali, a inne w proporcyi niżeli ma bydź zagwiezdzenie Kap w murach czołowych.

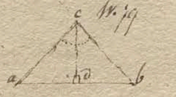
Jeżeli nie masz tyle Buxteli i rusztowan azeby razem obie Kapy zasklepiać można było, nie trzeba zamadbywać wiercąc Kapę pierwszą rozepprzeć Przesklepie z stro: ny przeciwney o mur boczny mocno, bo Kapa rozpieraiąc mogłaby poruszyć przesklepie ~~które~~ a nawet po zdięciu buxteli spaść gdyby to na bok miało bez usunąć.

Ze Zasklepianie Kap przez przekątnie to iest z 4 rogow lepsze iest iak zwyczayne warstwami rowno: ległemi do długości Sklepienia Takwo iest dobrze wysta: wić z tego że ono więcey przez to nabywa sprężenia czyli sprężystości Spannung – Lecz iest robota iego iest trudnieysza, bo nie tylko ze cegły które do widerlagów przypieraią przekątnio przycinane bydź muszą, ale iescze ponieważ każda cegła względem drugiey w każdey szychcie podług kolistości zaszalowania ma inne położenie, wypada więc i cegły od spodu z iedney strony obcinać to iest: cegła b Wzor 78 ze strony cd cegła g ze strony ef o tyle po: winna bydź obcięta iak linie kropkowane okazuią azeby stosugi cd ef rownie do siebie przystawały – Widzieć się oraz daie tutay że ponieważ strona cd cegły a tak iak strona ef cegły b zostaią bez obcinania, stosugi więc nie idą promieniście ku środkowi ale nieco ukośnie, co ie: dnak nic nie szkodzi bo Sklepienie iest płaskie a zatem obcinanie bardzo nie wielkie wypada. – Nie obcinaiąc zaś cegieł zupełnie ile ze ta robota i zmudna i kosztownaw

W. 78.



W. 79



wna spodnie rogi cegeł na szalowaniu leżące będą pasowaty by do siebie, górne zaś rozchodziły by się naymniey o cal ieden, co złotaszczera przy tey robocie wielebywapna wymagało.—

W tem zasklepianiu ~~we~~ cegła układa się na kant na szalowaniu, nie ukośnie wzdłuż brzegu ale prostopadle do szalowania, bo tu nie idzie o klinowatość ~~zakończenie~~ klucza, ale każda wątpliwa formie sobie ułatwe dla siebie sprzężenie tak iak go sobie robi całe sklepienie dla siebie.

Ażeby w zasklepianiu przeciągnim 4 szychty cegeł przy ukończeniu kwadrat formowały, używaią mularze w czasie roboty węgielnicy dla utrzymania w szychtach kierunku przeciągłego Wzór 79. Ta węgielnica iest zawszy ney niewielka z pionem.

Pachy przesklepienia i pachy kap zamurowuje się nakoniec iak litery f f we Wzorze 72 okazuią.

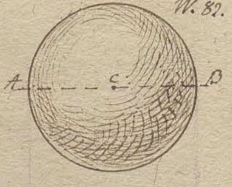
Sklepienie w Kuple

Powierzchnia Połkuli iest kształtem Sklepien kopulastych czyli Baniastych pełnego cerkla Wzor. 82 iest rzutem takiego Sklepienia ktorego przekroy iakikolwiek pionowy przez srodek c prowadzony iest zawsze połkołem $\overline{abc}$ W. 81.

W. 81

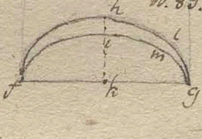
Powierzchnia odcinka kuli mnieyszego od iey połowy będzie także miała kształt sklepienia Kopulastego ale płaskiego i tem płascieyszego im ten odcinek będzie mnieyszy iak w adc aec widać. –

W. 82.

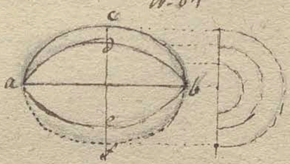


Zamiast rozcięcia obłączystości łukowatey adc aec można ią zrobić Elliptyczną fhg. fig itd. iakoby powstaiącą z obrotu płaszczyzn hlgk imgk około linii kh iako osi wtenczas Sklepienie mieć będzie kształt kopulasty w Ellipsę spłaszczony. –

W. 83.



W. 84



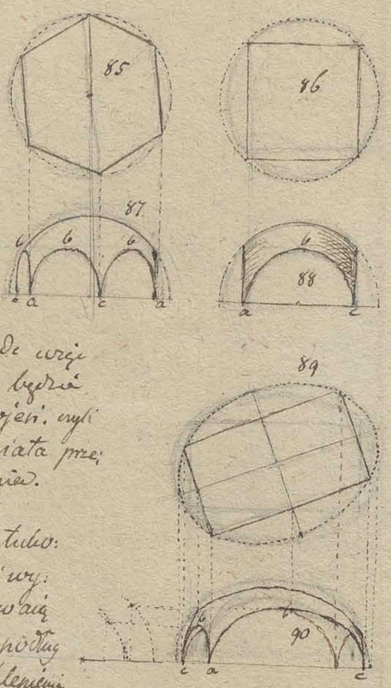
Jeżeli sobie wystawiemy płaszczyznę połellipticzną acb lub łukowatą adb Wzor 84. obracaiącą się około osi ab utworzy się ztąd bryły maiące kształt jaykowaty z zaokrąglonemi ~~lub~~ ~~ny zostrzon~~ lub szpiczastemi końcami – powierzchnia połowy tey bryły acb adb będzie kształtem Sklepienia Kopulastego obdłużnego czyli jaykowatego, ktorego przekroy podłużny zawsze będzie Ellipticzny, a poprzeczny będzie połcyrkiem –

Zamiast brania połowy tey bryły ieżeli się weźmie iey odcinek (zawsze rozcięcie przecięcie ff do osi ab:) wypadnie Sklepienie jaykowate ieszcze płascieysze itd.

Jeżeli by się przecięto bryłę poprzecznie to iest podług linii ef powierzchnia iey ebf będzie kopulastą wypukłą, iak połkulista. –

Lecz te wszystkie kształty sklepien i.t.p. nie mogłyby mieć mieysca tylko do zasklepienia przestrzeniow okrągłych, Ellipticznych to iest w ogolności takich iaki kształt maią w spodzie połowy bryt ~~bryły po przecięciu ich płaszczyznami~~ ~~wprzey opisanymi~~ – iaykowatych ~~kule~~ i Kul, lub ich odcinki.

aby z nich zrobić użycie nad przestrzeniami kwadratowemi, prostokątnemi, wielobocznemi regularnemi lub nie, trzeba sobie wystawić że każda półkula i żaglowata bryła lub iey odcinek może bydź poobcinana w około płaszczyznami prostopadłemi do płaszczyzny spodniey podług potrzeby, tak że z powierzchni tych bryt pewna by tylko część ~~pozostawała~~ pozostawać może



które stanowić będzie powierzchnię sklepień iak to wzory 85 do 90 iaśnie okazuią. — Płaszczyzny abc przez takowe skroie: nia powstałe nazywaią się czołami sklepienia, każde więc sklepienie tyle mieć będzie czoł ile będzie skroieni. czyli ile będzie boków miała przestrzeń do zasklepienia.

wysokość i
Częstokroć kształt tudzież wątłość tych czoł i wysokość sklepienia bywaią ~~[illegible]~~ dane i podług nich kobielistość sklepieni wykonaną bydź musi cała czyste się nawet zdarza że kobielistość ta do żadney z powierzchniow kuli i bryt żaglowatych to iest z obrotem tułu około osi powstaiącey nie odwiesi się takie powierzchnie nachrowate iednak dla tego są w używaniu ~~bo o~~ nad kobielistości regularne takowych przekładać nigdy nie należy.

Sklepienie odnoszące się do półkuli pełney lub tyle tylko spłaszczony lub podwyższony że tego oko nie spostrzega, nazywa się kopulastym Kuppelgewölbe. — ~~Do~~ małego iey odcinka należące lub spłaszczone elliptycznie niemniey należące do odcinków bryt żaglowatych lub połowę nazywać się będzie w kapkę (: lub sklepieniem czeskim Böhmisches Plattel w Austryi :)

W Ogólności sklepienie kopulaste, lub w kapkę pięknie się wydaie nad przestrzeniami okrągłemi ~~żaglowat~~ owalnemi, i ~~wielobocznemi reg~~ kwadratowemi i wspólnemi wielobocznemi regularnemi

nad ~~prostokątnemi zas~~ i nieregularnemi zas nie są naypięknieysze tak iak każde inne Sklepienie. Nad prostokątnemi także nie naypięknieyszy skutek robią, wszelako w Austryi maią czcicielow. Są wygodnieysze iak beczkowe w piwnicach i pomieszkaniach a zatem iak Klasztorne — Maią nieco podobieństwa z Kapiastemi zawsze iednak większey wysokości murow wymagaią iak kapiaste —

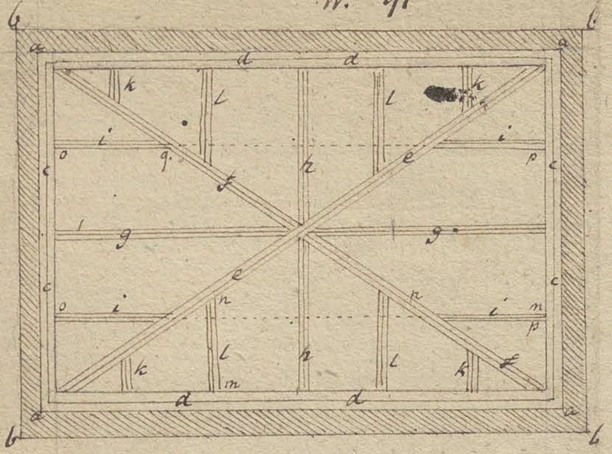
Używa się ich w pomieszkaniach — nad odpoczynkami Schodów, ~~nawet w Austryi~~ nad kościołami. Kościoł w Rzeszowie przez X. Sieratowskiego stawiany ma także Sklepienie, dla swey płaskości kościoł ten podległ uszkodzeniu, chęć wprowadzenia nowości tylko mogła powodować X. Sieratowskiego użycia go bo beczkowe iest zawsze przystoynieysze dla tego rodzaiu Architektur, mimo przykładow i uprzedzenia w tey mierze Austryakow —

~~Jeo~~ Sklepienie kopulaste pełnego cyrkla nie może bydź robione bez buxteli i szalowania — ale w kuplę ieżeli nie wielkie robi się wylito z wolney ręki nawet bez buxteli — co iednakowoż wymaga wprawnych mularzy niespuszczaiących się na przysłowie że <u>wapno mayster</u> to iest na obrzucowaniu a raczey zalepieniu wapnem ~~nierownosciow~~ wyrownaniu kunszt swoy zakładaiących. — Jeżeli Mularze nie wprawni, lub sklepienie pewney iest obszerności lepiey iest postawić przynaymniey 2 buxtele krzyżowe t.i. przez przekątnię w rogach przestrzeni z których by ieden był cały, a drugi do niego stosowany ażeby się mularze z wolney ręki robiące do nich kierować mogli — z czego się pokazuie że ten rodzay Sklepienia iest takowym do wykonywania —

Jeżeli przestrzeń do zasklepienia iest dłuższą iak szerszą można ią przedzielić przesklepieniem na dwie i każdą z nich zasklepić w kuplę — Przestrzeń bardzo długą można tym sposobem podzielić na 3. 4. lub więcey części.

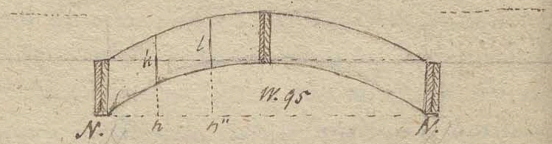
Jeżeli by wypadło Sklepienie wielkie w kuplę robić na buxtelach i szalowaniu Obłączystości równych buxtelow to iest przymurowych, przekątnych i przystawnych znaydą się następuiącym sposobem.

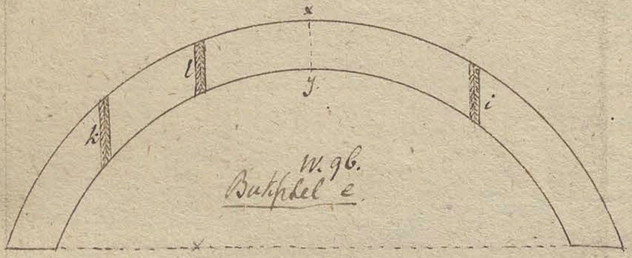
W. 91



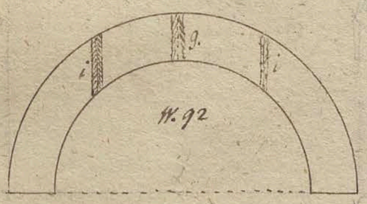
Buxtel g.

Buxtel h

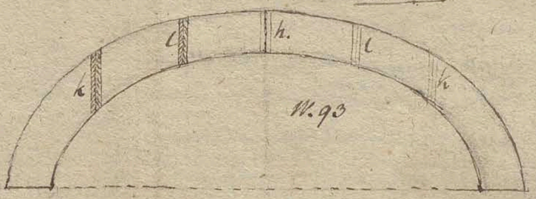




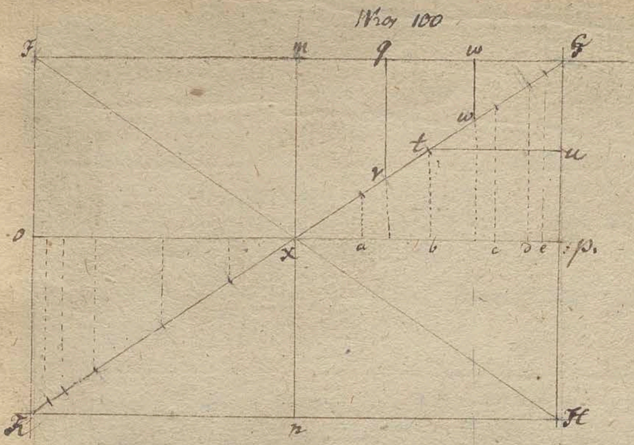
Buxtel c

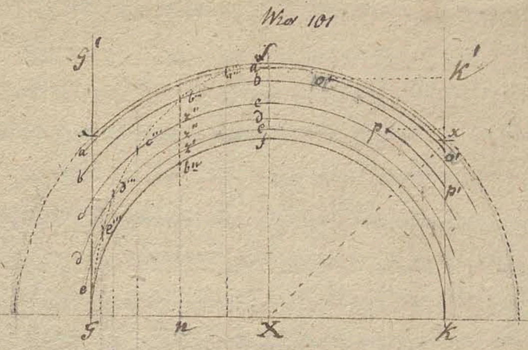


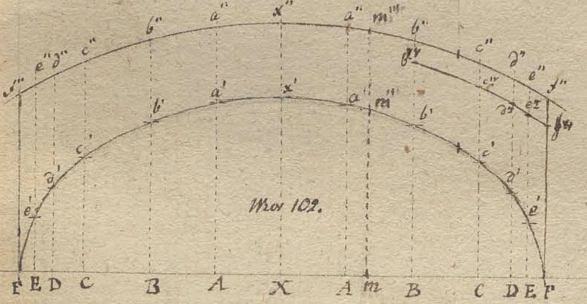
Buxtel d

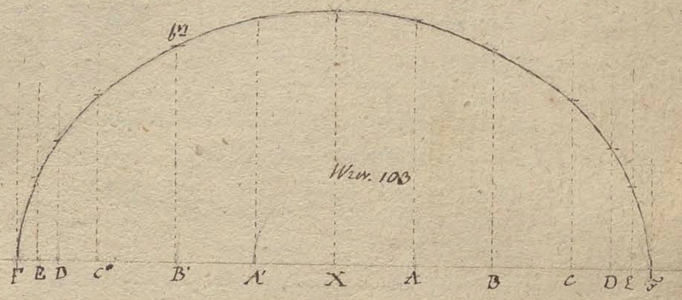


Niech przeźrzen ~~FSSK~~ FSSK we wzorze 100 będzie przestrzenią
do zasklepienia w świetle samym. Czoła Sklepienia
w stronach wszystkich Fk, Sk maią bydź półkołami
dla tego że zasklepienie ma bydź powierzchnią pot. Syy:
kowatą powstałą przez obrot pewnego łuku około
osi maiący swe końce na oporach, i w modłu dłu:
gości sażn Fk, Sk. – wziązony więc w cerkieł poło:
wę długości iedney z tych ścian zakreśl pot. koło SfK Wzor 101
ktore będzie obłączystością czoł sklepienia, a razem
i buxteli tu postawić się maiących. – Wyprowadź
z 9 i k linie 99'–kk'. oznaczaiące mury czoło:
we dłuższe to iest mury FS, kk wzor 100. Jeżeli
koniecznie chcemy azeby wysokość obłączystościow
czoł dłuższych przy tych murach była taż sama co
i czoł wszystkich, na tych więc liniach 99'. kk' Wzor 101
poodaiwaj te wysokości to iest zrob 9x kx = Xf. –
weź w cerkiel Xx, i z punktu X iako ze środka
a razem osi obrotu zatocz łuk xSx, ktory będzie


Wzor 100


Wzor 101


Wzor 102.


Wzor 103

tukiem dla buxtela mn Wzor 100 przez srodek idącego.
a punkt S będzie punktem najwyzszym Sklepienia
przy kluczu.
Chcąc narysowac obłączystość ~~op~~ dla buxtela op srod:
kiem Sklepienia wzdłuz idącego, zrobi się FF Wzor 102
= op. wyprowadziwszy ⊥ Ff'' Ff'' ~~tak wysokie~~ rowne
co do wysokości wysokości XS ~~wee~~ Wzorze 100., Nadto
z punktu X we wzorze 102 zrob Xx'' = nayWyzszey wy:
sokości Sklepienia XS ze wzoru 101. – Przez trzy punkta
f''x''f'' zatocz tuk we wzorze 102 sposobem geometry:
cznym. srodka dla niego szukaiąc – J ten to iest tuk
ktory się uwaza za linią tworzącą powierzchni Skle:
pienia około linii FF iako osi obrotu – to iest zeseli
sobie wystawiemy ~~poco~~ płaszczyznę f''b''x''c''f''FF po:
stawioną końcami FF na oporach sklepienia w miey:
scach o.p w słonysie i na teyze linii op iako osi kra:
wędzią swoią FF obracaiącą się, tuk ff czyli kra:
wędz gorna tey płaszczyzny utworzy powierzchnią
ktora z scianami FS, kH pionowemi spotykaiąc się
uformuie kroki Sklepienia przy tych scianach –
Dla znalezienia tukowatosci tego kroku nad opora:
mi podziel linią FF wzor 102 na upodobaną liczbę
części rownych i powyprowadzay ⊥⊥ az do tuku
f''x''f'' poprzenos ~~te~~ ie ~~na~~ na prostopadłą XS na
Wzor 101. w punkta f,e,d,c,b,a,, i z punktu x tako

ze środka rozetaczay tuku aż do spotkania się z ⊥^{ną} GG', biorąc koleyno wysokości Ge, Gd, Gc, Gb Ga w cerkiel poprzenoś ie na prostopadłe Aa' Bb' Cc' Dd' Ee' na wzor 102. punkta edcbaxabcde z kąd wynikłe połącz, to będzie obłączystością szukaną i służącą dla buxteli maiących się porta: wić przy ścianach dłuższych FF, KK w sklepie

Ażeby nakreślić obłączystość dla buxteli przekątnych KG, FH, podziel linię op we wzorze 100 na tyle części rownych co linię FF we wzorze 102, z punktow a b c d e powyprowadzay ⊥⊥ do linii op aż do spotkania się z przekątną linią KG, bierz ich długość w cerkiel, i podcinay na odpowiadaiących tukach a b c d e we wzorze 101 biorąc tę odległości względnie linii prostopadłey XS, co się zrobi odcinaiąc te długości na linii XG przez punkta przedtem wyprowadzanych ⊥⊥. aż do wspomnionych tukow, punkta S. a'' b'' c'' d'' e'' G połączone będą śladem przecinania się powierzchni sklepienia z płaszczyzną pionową przez linią przekątną KG wzor 100.

Zrobiwszy linią FF we wzorze 103 = tey przekątni GK lub FH i podzieliwszy ią na taką samą liczbę części rownych iak się podzieliło linię FF we wzorze 102 i powyprowadzawszy ⊥⊥ tey długości iak są wyniesione punkta a'' b'' c'' d'' e'' S. G. we wzorze 101 po nad podstawą GXK, końce tych ⊥⊥ów połączone będą obłączystością szukaną dla Buxteli przekątnych —

Kiedy sklepienie ma być obszerne tak że by wymagało więcey buxteli, to iest np. buxteli przystawnych qr. ww tu wzor 100 maiących położenie rownoległe do ścian obwodowych, wypada znaleść ich tukowatości —

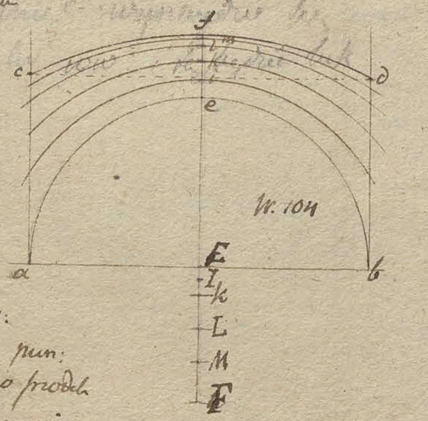
Ażeby znaleść obłączystość buxtela tu, weź w cerkiel linią pu, odetnij ią od X do n we wzorze 101 wyprowadź ⊥ nb^{iv}, ktorą przenieś na wzor 102 od F do f^{iv}, iż zaś ten buxtel ma iść rownolegle do op a zatem ślad iego z powierzchnią sklepienia iest b''' b^{iv} w: 101, bierz więc koleyno wysokości nz' nz'' nz''' nb''' i poprzenoś ie na odpowiadaiące ⊥⊥ Bb^{iv} Cc^{iv} Dd^{iv} Ee^{iv} na wzor 102. punkta b^{iv} c^{iv} d^{iv} e^{iv} f^{iv} połączone będą obłączystością szukaną

Ażeby znaleść obłączystość Buxtela qr maiącego położenie // do mn weź w cerkiel mq przenieś go od X do m' na wzor 102 wyprowadź ⊥ mm''', punkta m'' m''' będą oznaczać końce

obtęczystości Buxtela która ponieważ jest tukiem koła mającego za promień całą wysokość $m m''$, więc w cerkiel to $M m'''$, i z punktu X we wzorze 101 założ tuk $o o'$ aż do spotkania się z ⊥ kk'. Zrób $o'k$ we wzorze 101 równe $m''m'''$ we wzorze 102 wyprowadź przez punkt k' prostopadłą ta odetnie tuk dopiero narysowany w punkcie o, więc $o o'$ będzie długością i wygiętością Buxtela szukaną. Podobnie postępując wynajdzie tukowatość pp' dla buxteli <u>w w</u> każnego —

Często się bardzo zdarza że mamy daną wysokość czół sklepiennych i jego wysokość przy której do których się koniecznie wypada stosować w takich przypadkach może się przytrafić że powierzchnia sklepienia nie może ~~należeć~~ do powstać z obrotu żadnej linii tukowatej około osi, tak się i do tych czas to przypuszczało np:

Jeżeli czoło sklepienia z strony pokoju wszystkie ~~[illegible]~~ ma być potkołem, a zatem ma wysokość = $E e$, a czoła przy murach dłuższych mają mieć większą wysokość ac, bd. nadto jeżeli punkt f. wysokości największej sklepienia nad podłogą ab jest dany, prowadząc tuk przez 3 punkta $c f d$, będzie jego środek np w F w tym razie



znalazłszy punkta wysokości szczególnych tuków i k l m sposobem we wzorze <u>101</u> i <u>102</u> opisanym podzieli się odległość między dwoma środkami E. F. $g-h$. Wzór 104 na tyle części równych lub w proporcjonowanych na ile połowa tuku $x''f''$ wzór 102. była podzielona punkta M. L. K. I. posłużą dla zakreślania tuków m, l, k, i, z resztą wszystko się wykona jak się wyżej powiedziało, biorąc za zasadę wzór 104 —

Czoło sklepienia wszystkie nie zawsze także może być potkołem, może być tukiem Ellipsy — ~~za:~~ ~~takie~~ stanowiłoby się cokolwiek także będzie i w tych przypadkach posłuży sobie w wynajdywaniu obtęczystości Buxteli, czego przypatrując się można uważać że powierzchnie sklepienia nie ~~będą~~ są nigdy tak piękne —

W Przysposabianiu samych buxteli to trzeba uważać: że ieżeli się Sklepienia maią robić z wolney ręki, a buxtele tylko służyć maią ażeby się Mularze podług nich kierowali, krawędź wierzchnia czyli Sklepienna ich mieć powinna zawsze obłąkowatość z wykreślenia wynalezioną — Jeżeli zaś się ma dadź szalowanie trzeba 1 lub 1¼ cala na grubość tego szalowania odciągnąć od tey obłąkowatości <u>Powtore</u> Buxtele iedne są całe, inne nie mogą być całemi ale dopiero zsiężeni do całych w iednym lub obu końcach — podług więc grubości Desek z których zostały zrobione, a nawet podług wysokości przyparcia czyli spotykania się z sobą buxteli wypadnie końce ich obrzynać, i środki wyrzynać czego wyszczególniać i przykładami objaśniać nie widzę potrzeby dla tych którzy są obeznani z Geometryą cyrklowstwą przy czym każdy rozkazowaniu takiego sobie dadzą radę. Dosyć będzie wyjaśnić Wzory 91. 92. 93. 94. 95 —

<u>Wzor 91</u> aaaa iest światło wewnętrzne Sklepienia <u>bbbb</u> iest zostawiony ustęp czyli widerlag ~~na~~ muru zostawiony na którym pierwsze legary sklepienia bez kłaść maią — <u>c</u> <u>c</u> są buxtele czołowe z wierzchu strony które Wzor 92 osobno wystawia, a w którem zacieniowane paski <u>ii</u> oznaczają przyparte buxtel przystawne <u>i</u> w którym widzialne. Pasek <u>g</u> odpowiada buxtelowi środkowemu <u>g</u> — Buxtel ten czołowy iest pełnego koła —

<u>dd</u> są buxtele czołowe przy murach długszych, <u>Wzor 93</u> okazuie ie osobno. Paski <u>k</u> <u>l</u> odpowiadaią buxtelom przystawnym <u>k</u>. <u>l</u> w którym, a pasek <u>h</u> buxtelowi przypartemu do nich środkowemu poprzecznemu —

<u>e</u> Wzor <u>91</u> iest buxtelem przekątnym całym osobno we wzorze <u>96</u> narysowanym, do środka iego <u>xy</u> dopieraią: buxtel drugi przekątny <u>ff</u> przez pół przecięty oraz buxtele <u>g</u>. <u>h</u>. — Paski <u>l</u>, <u>k</u> odpowiadaią buxtelom przystawnym <u>l</u>, <u>k</u>, z drugiey strony ten Buxtel ma do siebie przyparty buxtel <u>i</u> w miejscu <u>i</u>.

Wszystkie te <u>6</u> Buxteli w narożnikach <u>a</u>.<u>a</u>.<u>a</u>.<u>a</u> są ważne w sobie klinowato czyli skośnie i wspieraią się nad widerlagami

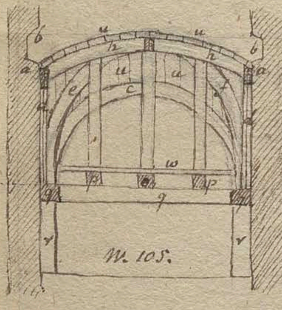
<u>g</u> iest Buxtel środkowy, wystawia go wzor 94 wyrznięty iest w środku <u>e</u> bo dopiero końcami do przekątnego, niemniey w końcu iest <u>ukrocony</u> bo dopiera do czołowych poszczególnych w ich środkach.

<u>h</u> iest Buxtel środkowy poprzeczny, wystawia go wzor 95. — podobnie iest wyrznięty w środku i w końcach obcięty. bo przypiera do czołowych Elliptycznych i przekątnego w ich środkach

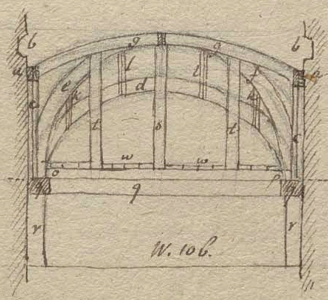
[niew] 27

i k l są buxtelami przystawnemi – Tym buxtelom mieliżby nie chcący sobie zadadź pracy, Graficznie przywodniczy dochodzić wygiętości, dać takowatość tę samę co buxtelom środkowym g. h robiąc ie tylko w proporcyi Pootspeni – i tak ~~odcinaiące na ki: ni części tedo~~ biorę część Buxtela g Wzór 94 od c do i i robiąc równe 99 z niego ~~buxte~~ formę dla wszystkich 4 buxteli i i i i Wzór 91. – Podobniez ~~robi~~ odcinaiąc na linii H N Wzór 95 długości l. k ze Wzoru 91 części tego buxtela h przez prostopadłe nk n'l odcięte są z nich buxtelami przystawnemi k. l. – lecz ten sposób nie wydaie skuteczniej piękney Kobiecistości, dla tego trzymać się trzeba sposobów we Wzorze 101. i 102 wyiaśnionych. Nakoniec nie wchodzę w naturę krzyżowey sklepienia Kobię ~~tako~~ buxtele przekątnie e Wzór 96 zakreślaiąc łuk zwiednego środka przez 3 punkta dane, co także nie wchodzi, i robi grzbiet w sklepieniu przy narożnikach –

Nie we wszystkich iednak Gatunkach sklepień w ktu: ale potrzebne są buxtele czołowe czyli przymurowe.



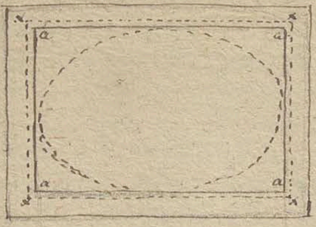
W. 105.

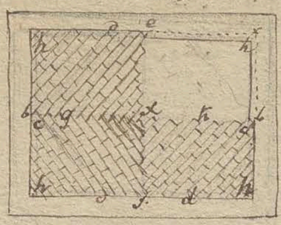


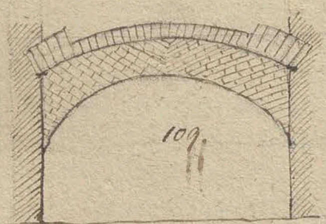
W. 106.

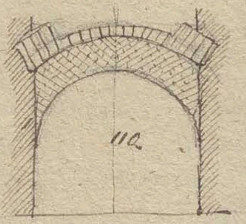
Ustawianie buxteli na rusztowaniu iest okazanie Wzory 105: 106. z których pierwszy iest przekroiem poprzecznym a drugi podłużnym Wzoru 91. c są buxtele czołowe z strony węższey d z strony dłuższey, e buxtel cały przekątny. f buxtel przekątny skrócowany w środku g środkowy podłużny h środkowy poprzeczny k. l są buxtele krótkie przystawne. – r. stemple w rogach a nawet ieżeli sklepienie długie i przy ścianach w pewnej odległości postawić się mogące. q płatwia czyli podpaska, na niey w rogach wspieraią się czołowe i przekątne buxtele. – o, p p są 3 Ktagarze w podłuż na płatwie leżące, na nich się wspieraią stemple t, s, s. – służą zarazem dla utorenia podłogi w rusztowaney na którey murarze stoią robiąc sklepienie i wolney rąki. Wzór 106 iest nie ma szalowania na buxtelach – we Wzorze 105 iest wydane dla okazania iak się robi dla sklepień obszernych lub bardzo płaskich –

107 108



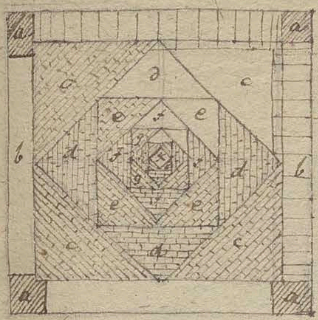


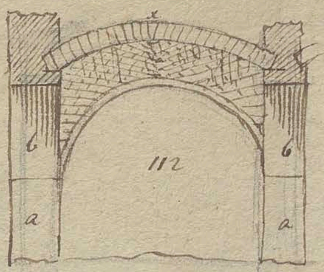




Murowanie wyśledzywa się tak:
Przestrzeń aaaa wzór 107 iest do zasklepienia, podług obszerności poczynać się mającego sklepienia przy murach czyli obszerności czoł iego zostawia się w murach ustęp 3 cale głębokości który pod literą b we wzorach 105 106 widać. – Punktowane linie xxxx we wzorze 107. 108 okazuie go. – Jeżeli mularze nie wprawni lub sklepienie nie zbyt małe postawią się dwa Buksztele przekątne czyli kryżowe w rogach wsparte, a przecinaiące się w środku sklepienia z tych iak się powiedziało wprzód będzie cały a drugi na pół przerznięty stosowany do pierwszego w iego środku czyli przy kluczu sklepienia – te Buksztele będą skazówką dla mularzy iak sklepić winni. – Poczem poczyna 2. mularzy sklepić od rogów przeciwległych h wzor. 108 kładąc cegłę na kant w kierunku przekątnym cd, tak daleko aż doydą do linii cd, to iest aż póki nie doydą do punktów b b będących w środku szerokości sklepienia i do punktów d, d w tey samey odległości od rogów h będących. tęgy cięte dbd będą proste toż samo robią w dwóch innych rogach. – Pomiaią się potem z obu stron sklepiąc aż do punktów f e tak że im nie pozostanie tylko □ egfk próżny – widać tu iak cegły według linii bb czyli środkiem sklepienia iedne w drugie ~~wiele~~ się wiążą. – Potem ieden mularz poczyna kończyć zasklepienie kwadratu od g. drugi od k kładąc cegły w kierunkach egf, ekf. przez co kwadrat co raz się będzie zmnieyszał aż do samego klucza x do którego razem doyść powinni, ten klucz cegłą się ~~zakończy~~ zabije – Można do tey roboty 4 mularzy razem użyć ażeby we 4 rogach razem robota się odbywać poczęła. i prędzey mogła być ukończona. Wzory 109. 110 są przekrojami tego sklepienia

111





Sklepienie nad przestrzenią kwadratową lub pomię-
dzy 4 przesklepiami na filarach wykonywa się tak:
iak Nrony 111. 112. — W murach lub przesklepiach
zostawiwszy ustęp czyli widerlag na 3 cale głębokości iak
zwykle, poczyna 2. lub 4 mularzy sklepić w rogach
4 tróykąty c aż do połowy szerokości murów tak
że kwadrat pomiędzy niemi porostaie, potem 4 troykąty
d, daley 4 e ittd: co się poły przemienia aż nakoniec
nie porostanie tylko otwór k mały czyli klucz, zawieray-
nym sposobem się kończy —

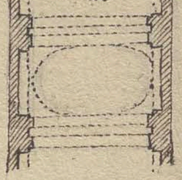
Sklepienie w kuplę zwykło się zaczynać kołem lub
owalem kroplowanym w Planach iak Nro 107.

Co się tycze grubości Sklepień tych — w kościołach gdzie
szerokość Sklepienia iest 6.8. do 10 sążni grubość kupli powinna
być 1 stopę, a pasów czyli przesklepień na 2 stopy
Ponieważ pasy sklepień tych maią dźwigać kuplę gru-
bsze więc być powinny iak sklepienia — Doświadczenie
nauczyło że $\frac{1}{15}$ części sprzęgu iest dostateczna na ich grubość
pozostaiące cale z rachunku za $\frac{1}{2}$ cegły rachuiąc, więc dla
pusty 15' szerokiey, grubość będzie 1 stopa, dla szerszey nad
15' da się $1\frac{1}{2}$; dla 30' szerokiey 2 stopy — Kiedy wielkie
ciężary maią znosić Przesklepia iako to mury kopuł
lub kopulaste sklepienia, to się i 3 stopy grube zrobić
maią względem na grubość murów podporowych —
Szerokość przesklepień stosownie być do szerokości kuplów
bo te usiłuią rozeprzeć przesklepia na boki, z obu stron
wprawdzie znayduią się takie kuple zawsze które na
siebie cisną, a zatem cierpi że równe ciśnienie się mierzy
zupełnie — na to iednak baczność mieć że się kuple
w nie wpuszczaią, większych więc od 2 stop robić nie trzeba
i tylko w koniecznych zdarzeniach na $1\frac{1}{2}$ stopy wy-
ciąga się nad Kolumnami które ich ~~gru~~ szerokość stanowią
Potęgą przy murach przez poł tylko tak szerokie
być mogą bo i mur za niemi odpiera ciśnienie
kupli. Jeżeliby gurta bardzo szeroka wypadała
można ią podzielić na dwie, wgłębioną listwą — N. 113

Nie należy szczególniey w Gustach tych czyli Preshlerpiach zaniedbywać nadmurowania ścian, które nawet podług potrzeby do wysokości wewnętrznego światła sklepienia się wywyższyć może.

Sklepienia podług potrzeby można mię: szać z sobą. Zob. Koller Tab. 51. W. 1. 2. 3. 4. 5.

113



Sklepienia ~~Zwierciadlane~~ Płaskie Babillo.

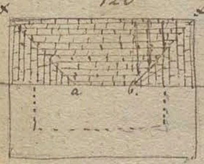
nische Gewölbe – Karetowe.

~~Sklepienia te są zmyślne jednak~~
Dla wielkiey płaskości nie można tym ~~sposobem sklepień~~ wielkich przestrzeni przykrywać –

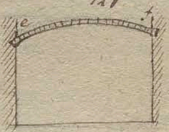
Wyniosłość ich iest zwykle tuleia koła maiącym 1/10 lub 1/12 ~~lub mniey~~ sprzęgu na wysokość Wzor 121. ~~– czasem ta wyniosłość w przestrzeni podłużney i 4 stron idąc rostawia w przod. ku osie płaskołęczkowey~~ ~~– Pospolicie iednak iest~~ (sama wyniosłość) ma w środku płaszczyznę okrągłą owalną lub prostokątną zupełnie horyzontalną i tylko w około (w kołkach) zaokrągla się ku murom nazywa się dlatego Spiegel gewölbe – Sklepieniem sufitowym. Kareciane. (29)

Te sklepienia płaskie albo być mogą klasztorne bardzo płaskie tak że w środku powierzchnię wygiętą, lub też zupełnie horyzontalną formuią, iak iak Wzor. 120. 121. 122 125. 126. 127 – albo w kuplę iak Wzor 123. 124. w tym ostatnim powierzchnia kupli ~~iest~~ nie należy ani do powierzchni kulistey ani Ellipsoidyczney ale iest zwichrowata, bo przez przekaszenie bierze obłę czystość iest zawsze płaszczyzną niżeli te tych 2 podciągnieto po wierzchni owo. – iest dla tego nie piękną i nieregularną

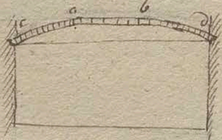
120



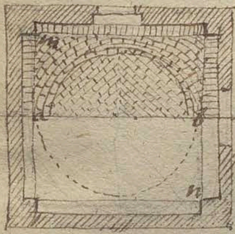
121



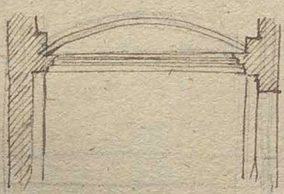
122



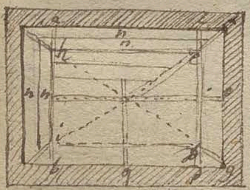
123



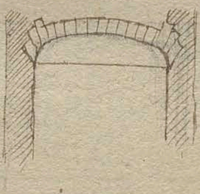
124



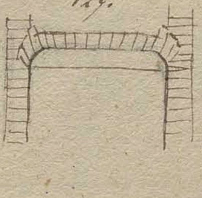
125



126



127.



Wzory. 121. 122. są przekroiami poprzecznym i podłużnym sklepienia płaskiego, widać tu iak w długości ab sklepienie iest równe i dopiero na boku tak się do murów zakrzywia iak iest notowana wyniosłość we Wzorze 121. – Jest więc to sklepienie rodzaiem klasztornego bardzo płaskiego maiącym krzyżowe krawędzie widzialne ax, bx Wz: 120 do a i b tylko dochodzące

Wzor 126 iest przekroy łękowaty sklepienia z załomkami przy murach – Wzor 127. Sklepienie sufitowe bo iak sufit wygląda będąc horyzontalne i tylko załomkami z murami się łączące. – Wzor 125 iest rzutem w którym ab cd notowane oznaczaią bucztele tylko w długości ce df zaokrąglone, ef, xg buztelki bazne. ehif kwadrat horyzontalny, to buztelowane

ściany dla Wzoru 127 — Dla wzoru 126 wypadło
by ieszcze we Wzorze 125 dadź dwa buksztele krzy-
żowe tab. 19.—
Sklepienia wszelkie płaskie bez szalowania ro-
bić się nie dadzą — Sklepienie w kuplę płaską
także szalowania wymaga podług sposobu
we Wzorach 105. 106. opisanego.—
Wzór 124 iest przekroiem Wzoru 123. tu widać
że widerlag czyli początek sklepienia idzie do
środwagi we wszystkich 4 ścianach, że zaś tu dla
średniey kobiełkowości w kuplę płaską ta więc
regularną być nie może, bo łukowatość cię-
cia Sklepiennego przez przecięcie mn uważane
płaszczyzną być musi iak poprzeczne ab
bo długość cięciwy większa przy iedney wysokości
łuku.— więc i podług tego buksztel robić wy-
pada — Zatem Wzór 123 okazuie iak się cegły
w Sklepieniu kłaść powinny
Zasklepienie przestrzeni we Wzorze 125 podług
przekroiu 126. lub 127. poczyna się od murów
zwyczaynym sposobem ~~na~~ kant tak iak szalowania
nn nh są położone — Środek hefi być może
wypełniony sposobem Wzoru 111.— Zob. Koller 215.
Z Wzorów wszystkich widać że opory czyli początki
Sklepień mogą być nad drzwiami i oknami są
więc wygodne.
Sklepienia płaskie wymagaią zdatnych mula-
rzy, i mocnieyszych murów oporowych iak
inne ich rodzaie bo dla swey płaskości są bar-
dzo rozpieraiące.
Zob. Krünitz Art. Gewölbe k: 337.
Są mimo swey płaskości tyle mocne że [illegible]
mogą za ~~podłogi~~ posadzki pokojów mieszkalnych — Koller k: 21.

Normanchie Sklepienie

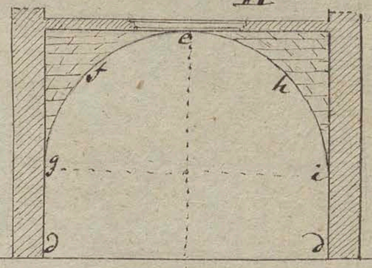
Das Normännische Oder Fächergewölbe –

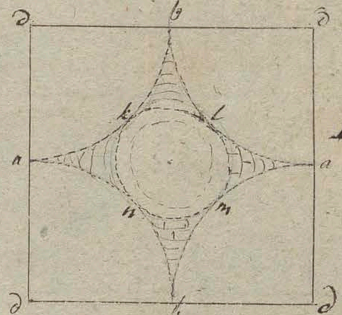
Niech we Wz: 1. dddd będzie kwadratem ograniczaiącym pewną przestrzeń w swietle, do zasklepienia. Jezeli połowę obłąku efg Wz: 2 nad kazdym bokiem kwadratu dd Wz: 1. wygiętego wzniesionego wystawiemy sobie około osiow dddd. w 4ch rogach Kt: obracaiącego się, i o 90 stopni obroconego, tuki te efg. utworzą powierzchnią iako podniebienie Sklepienne dla czterech częsci ~~kwadratu~~ adb adb adb adb ~~Wz: 1.~~ kwadratu dddd – W srodku więc pomiędzy czterema ćwiercokręgami ab, ba, ab, ba zostanie przestrzeń otwarta li pozioma; tę przestrzeń albo się poziomem sklepieniem nakryie, albo tez tylko cztery troykątne iey częsci akn, bkl, alm, bmn, zostawuiące w srodku koło otwarte klmn, ktore się zamknięciem od spodu przyozdobi – Wz: 3 wystawia to sklepienie w przekroju przekątnym, a Wz: 4 perspektycznie z gory nan patrząc.

We Wz: II łuk efg iest ¼ koła, lecz może być i mnieyszym od ¼ koła, może być inney upodobaney wygiętosci, co pod względem konstrukcyi iest obojętnem iaki obierzemy – bo te zawsze wierzchołkowe ich punkta e w swym obrocie w podniebieniu sklepiepienia poziome zrobią ograniczenia dla połączenia się ze srodkującą częscią akblambna: poziomą

Lecz często się używa łuku gotyckiego za łuk tworzący podniebienie czterech narożnych częsci podniebienia sklepiennego – a szczegolniey gdy przestrzeń dddd. nie iest kwadratem lecz prostokątem – I tak ieżeli weźmiemy prostokąt efgh Wz: V za przestrzeń do zasklepienia, i za łuk tworzący ½ połkola ~~[illegible]~~ nad przekątnią hf wzniesionego lub tez większą od niey, możemy sobie przez obrot tegoż ćwierćkoła około 4ch punktow e, f, g, h powstaiące podniebienie tak wystawic jakoby się składało z wszelkich wykrawkow troykątnych aif fik, fko itd: wynikaiących od narożnikow i maiących iedną wygiętosć, i tak daleko przeciągniętych ku srodkowi i.i. do linii ab, cd dopoki się wzaiemnie ~~nie~~ z drugiego rogu wynikaiącemi ~~nie spo.~~ ~~tkaią~~ – eah, eko, eik nie spotkaią – W ruwie....

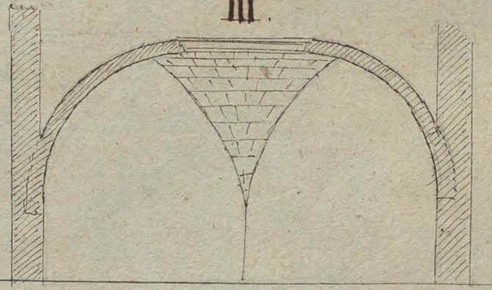
II



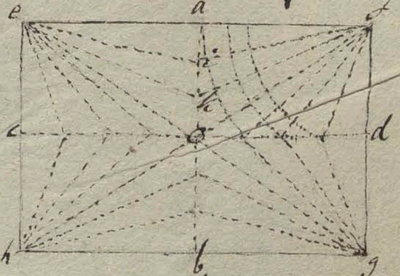


I

III



V



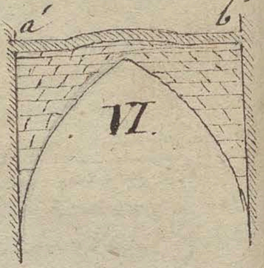
poziomych to ich spotykanie się będzie w prostych liniach ab cd, w przekrojach zas okaże się w liniach wznoszących się (: geschwungene:) a'b', c'd' fig: 6 i 7. — Z tego układu wypadnie, iż środkowa część horyzontalna Sklepienia w fig: 1 wyżej opisana, tutaj juz miejsca dla siebie więc nie będzie, jak to wzor 8 w widoku z góry wyobraża, i łatość nabędzie podobieństwa do Krzyżowego sklepienia gotyckiego, w którem znikły przekątne kwadratu wszędzie wydatne. — i w którem ślady przecięć horyzontalnych na podniebieniu uważane są tukami z 4ch rogów efgh zataczanemi —

Nad przestrzenią akblambn we fig: 1 wznieść można sklepienie poziome, lecz i wygięte w górę bądź w sposób klasztornego bądź Krzyżowego bądź zaszklowakego —

Czeskie Sklepienie

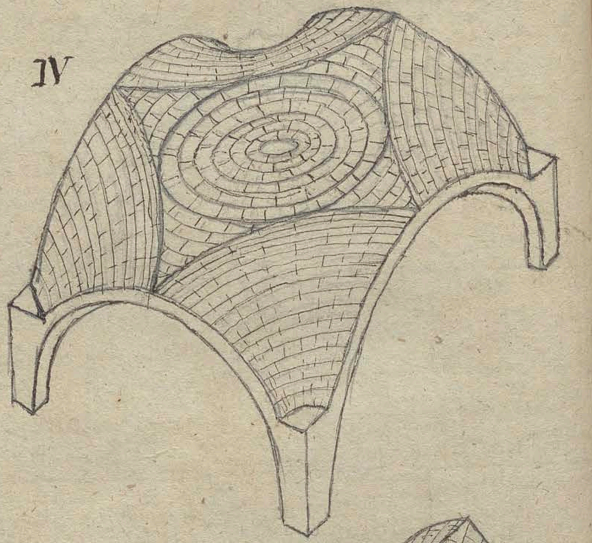
Jest odcinkiem powierzchni kuli mającej za strzałkę wygiętości 1/12 część z boku kwadratu nad którym się wznosi, — Grubość tego sklepienia nawet przy 20 stopach boku □ta bywa 5 cali dostateczną — robi się z wolnej ręki — przy pomocy kilku krężyn bez opierzenia — i początkowa się w cegłach.

VII.

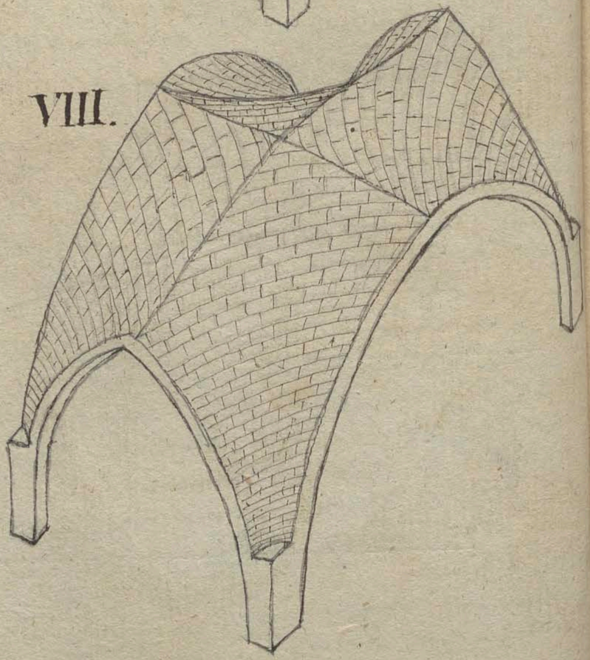


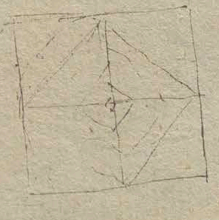
VI.

IV



VIII.

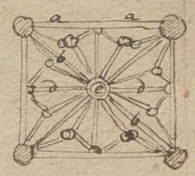




Borgnis Kart. 212.

Sklepienia Gotyckie.

Wszystkie Sklepienia Gotyckie są krzyżowe. — Składaią się z żytowan złożonych krzyżujących się —



Żyty. a a idące prosto od podpory do podpory i które formuią arkady nazywaią się Łukami przesklepnemi arcs doubleaux Żyty przekątnie bb zowią się Ogives. — Żyty posrednie d d zowią się tiercerons. Że żyty są tak z sobą kombinowane że się utrzymuią same chociażby przestwory pomiędzy niemi były czcze; zatem mur wypełniaiący je zowie się pendans. i ten iest sklepieniem istotnym, którego grubość bardzo małą może być do: starczaiąca —

Żyty te zmierzaią wszystkie do iednego środka c, i utrzymuią się wzaiemnie. tak że przestwór zamknięty w kole c nie potrzebuie być zapełniony i zwykle bywa próżny iak się widzi w wielu gotyckich kościołach.

Można także w tę dziurę wsadzić długi kamień nie znoszący żadnego ciśnienia. Ten kamień wisi może mniey więcey w sklepieniu i nazywa się kluczem wiszącym clef pendante — Można w nim wyrabiać żyty a jour iak wiszące i tączące kępę żytowaniami sklepienia, iak tego mamy wiele przykładów. — Klucze wiszące są ozdobą mogącą tylko zastanawiać lud i nie maiącą ani piękności ani użytku.

Insza iest rzecz o kształcie części składaiących kościoły Gotyckie — rozkład ich iest zwykle z roztropnością robiony. — Widziemy w nich (: Borgnis. Tab: 10. Wzor 1. 2:) krawędzie przesklepień żytowych zwracaiące ciśnienie sklepień na podpory czyli słupy wolno stoiące i na mury. — lecz te słupy nie są przyporne na boki dla tego że ciśnienie sklepień obustronne uniestarzaią się w części lub całości. — a zatem właśnie tylko ciężar sklepień pionowo na nie działa i który bywa do naywiększego minimum przywodzony. — Mury więc obwodowe rzeczywiście całe ciśnienie sklepień wytrzymuią, lecz ponieważ to ciśnienie koncentruie się zwykle na punkta będące wprost naprzeciw słupom posrednich, dosyć iest te ostatnie wzmocnić dostatecznie, lub ie związać w dole częścią niską muru, a w górze arkadą, reszta może być ostrość wydrążona bez nieprzyzwoitości —

Teorya naucza że ciężar słupa wzmacnia go przeciw pręzeniu sklepień, dla czego stawiano na nich obeliszki iak widziemy w kościele katedralnym w Medyolanie. Pospolicie Nawa kościoła wznosi się aż do Dachu, Postronia zaś tylko do $\frac{1}{3}$ tey wysokości sięgaią — na tem dana iest galerya która się wznosi do drugiey $\frac{1}{3}$ tey wysokości, zaś ostatnia $\frac{1}{3}$ część iest uformowana z wielkich okien szklannych. Zatem ~~kaplice~~ sklepienia kaplic będące do poziomu z postronnemi, dochodzą zewnątrz tylko do $\frac{1}{3}$ części wysokości budowli. Sklepienia Galeryi wznoszą się o tyleż do środwagi, nakoniec mury nawy wznoszą się ieszcze raz o tę $\frac{1}{3}$ część, tak że struktura zewnątrz ma kształt pyramidalny korzystny dla światłości a która iednak utwierdzona iest wspornemi łukami idącemi od wierzchu murów kaplicowych ~~do murów~~ głównych. i wspieraiącymi się górą albo na murach Galeryi lub murach nawy. —

W Kościele P. Maryi Notre Dame w Paryżu. Kolumny dźwigające Portony maią $\frac{1}{9}$ szerokości portonu na Grubość. Kolumny stoiące obok Nawy $\frac{1}{10}$ szerokości Nawy. Mury zaś międzykaplicowe maią długość $= \frac{1}{2}$ szerokości Nawy.

Kościół Medyolański grubość kolumn $= \frac{1}{3}$ ich odległości od środka do środka a $\frac{1}{6}$ szerokości Nawy. Grubość murów wraz z Szkarpami obwodowych $= \frac{1}{3}$ tey szerokości. Bognis k: 215.

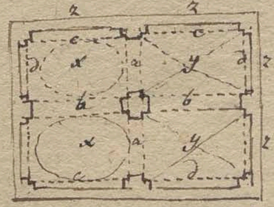
Naywiększa część Kościołów Gotickich starych i teraźnieyszych z Sklepieniami krzyżowemi maią szerokość Nawy dwa razy większą iak portony, a filary które ię znoszą maią grubość pomiędzy $\frac{1}{6}$ i $\frac{1}{8}$ tey szerokości.—

Architekci Gotyccy którzy nie używali tylko sklepien krzyżowych, unikali trudności w cięciach krzyżowych lub okrągłych zwanych ronds-points, a nawet w przęsłach travée zwyczaynych umieszczaiąc Łuki ...... des arcs ogives wyskakujące i profilowane które wyrabiali z ciosu appareillaient iak zwyczayne; resztę między niemi wypełniali drobnymi kamieniem bez wyboru (to iest nie ciosanymi:) w lunetach i ...... pendentifs zwanych pandanks. a czasem tylko gipsem en plâtre pigeonné iak w Notre Dame a Paris. To zaś robili dla umniejszenia ostrego wyskakania się narożników w przecięciach Sklepień krzyżowych.

Sklepienia na Kolumnach filarach

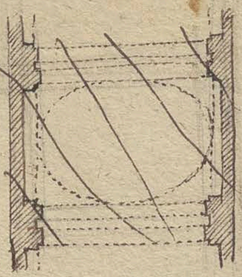
Kolumny bydź mogą albo przy scianach albo od: osobnione iak w Kościołach Bibliotekach itp: — Sklepienie albo się na nich bezposrednio może poczy: nać albo na gzemsie —
Zasklepianie robi się zwykle pasami od słupa do słupa, lub od filaru do filaru. — a przestwory po: między pasami temi zasklepiaią się w kupkę — kryżowo — beczkowo — kapiasto itd: —
Konstrukcya pasow iest taż sama co Przesklepien murowych.
Grubość Kolumn w gorze lub filarow iest szero: kością pasow czyli przesklepien — kiedy sklepienia szerokie czyli odległość Kolumn lub filarow znaczna można dawać po 2 lub 4 słupy przy sobie ażeby można było dadź pasowi większą szerokość. — Nigdy albowiem szerokość pasow nie może bydź większą od grubości Kolumn w gorze lub filarow — inaczey nie pięknie się wydaie.
Wiec iezeli nad parzystemi Kolumnami, lub szerokiemi filarami szerokie pasy wypadaią można ie rozdzielić na dwie robiąc przedział między niemi wgłębiony tak że tym sposobem dwa pasy węższe odpowiadać będą 2 Kolumnom przyzwoicie. Wzor 113
Te uwagi dotyczą się oraz i tych pasow ktoreby się ~~pa~~ na gzemsach na Kolumnach pilastrach wspie: rać mogły —
Sienie przejezdne podzielone Kolumnami pięknie czynią Effekt — tym sposobem bywaią zasklepiane prowadząc pasy podłużne poprzeczne, i zapełniając przestwory innym sklepieniem Koller Tab: 33. 34. 35.
Jak się zaś sklepienia wypełniaiące wspieraią na pasach lub się z niemi łączą — dostateczne wyobra: żenie mieć można poznawszy Konstrukcyą Sklepien rozmaitych — tu się ~~to tylko dodaie że zasklepienie w kupkę wnikać musi w pasy na 1½ lub 2 cale~~

Wzor pob. okazuie przestrzeń maiącą w srodku filar, tey grubości w □ iak iest szerokość pasow a b ale i przymurki co go robi grubszym — Przymu: rek są przymurki w kształcie pilaster podobnież ukształtowane c, c, d, d, są potpasy tak wa: ne dla tego że maią połowę szerokości pasow a. b



x są zasklepienia w kupkę — y kryżowe: — Mury

z, z mogą być cieńsze jak filary.–
Takowych filarów może być więcej w poprzek i w podłuż części przestrzeni wnętrza –
W kopułach filarów 2 rzędy dzielą wszystkie na Nawę i dwa postronia
Tu podobnie się dadzą pasy poprzeczne i podłużne, reszta może być wypełniona krzyżowo lub w kuplę – lubo Sklepienie Nawy zewsze będzie być musiało obszerniejsze –



~~Wna pob. okazuje podział pasu środkowego na dwa węższe odpowiadające pilastrom~~

Bergeş 216.

Sklepienia ~~Płaskie czyli~~ poziome

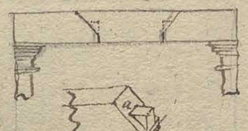
Sklepienia płaskie z ciosu nie używaią się tyl: ko na Szłone drzwi, okien — i na Architrawy Kolumnad. —

Sklepienia płaskie nad przestrzeniami robią się z Jatnearsperyny wydrążaney utrzymywaney wiązaniem żelaznem iak się w swoiem mieyscu powiedziało —

Lub też są tylko Stragarzami równolegle od siebie i blisko rozkładanemi maiącemi przestwory mu: rowane —

Egipcyanie robili swe Sklepienia płaskie z ogro: mnych kamieni kładące ie na kolumnach grubych blisko siebie stawianych i równo w sza: chownicę —

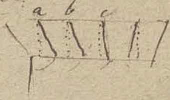
Grecy i Rzymianie robili prawie zawsze Ar: chitrawy Kolumnad z wielkich Kamieni iak że ich końce wspierać się mogły bezpośrednio na samych kolumnach — czasem robili ie z 3 Kamieni iak wzór pok: tu się uważa że stosugi maią czopy a wchodzące w gniazda podobnez wykon: wane w ciosach bocznych. widzieć się ieszcze że część sto: sug b iest pionowa a wyższa pochyła — Ten układ równie trwały iak dowcipny formuie z 3 sztuk iedne masę nie sprawuiącą pchnienia — W Te: atrze Marcella w Rzymie, Architrawy (Platebandes) na które spadaią sklepienia drugiego rzędu portyków, tak są zrobione.



We Francyi gdzie często nadużywano ~~sposobów~~ środków i zasad Stereometryi na przeszkodę pię: kney Architekturze, Architrawy większey części Kolumnad składaią się z wielu mniey więcey Zworników które się utrzymać by nie mogły bez pomocy Żelaza. — klamer — Francya ma przecie 200 kopalni Marmurów niezachwiejnie gra: nitu itd: — Nie można więc przypisać czemu innemu dla czego nie naśladuie w tem Starożyt: nych tylko ~~nie~~ wyższości i sztuce Architektów ze szkodą trwałości i wspaniałości Monumen: tów publicznych —

Jeżeli iednak używanie Architrawów z kilku Zworników składanych powinnoby być wy:

I. Prawidło ogólne sztuki przyboru (appareil) i ciosania Kamienia wymaga azeby tak w murach iakoteż sklepieniach stosugi ciosów były zawsze prostopadłemi do powierzchni widocznych, to iest robiły kąty równe; że iednak w tasklepieniach zupełnie pozio: mych spoiena te musiały być pionowemi, nie mogłyby się wię: ciosy utrzymać między sobą, nie maiąc podpor w ~~swoy~~ tylko spoienach dla tego zniewoleni ięsteśmy robić te stosugi nieco pochyło. Kon: delet. zob: niżey. — Karta 92. to iest robić ciosy kliniaste do iednego punktu dążące w swych spoienach



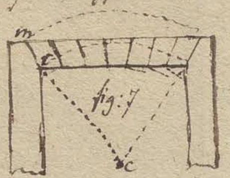
Pchnienia tu nie ma bo średni ciós spoczywa na czopach po: ziomo w górę wyciętych.

W Koloseum widzieć się także dadzą podobnie czopowania ciosów z sobą —

Zamiast czopów czasem wsadzali kostki kamienne o 3 lub 4 calach boku. Kondelet. zob: niżey iak Filibert de l'orme dowadzi —

użyczone kiedy idzie rzecz o stawianie pomników publicznych mających przejść do potomności, można ich udnalcowoż używać w konstrukcyach mniej trwałych, i gdzie oszczędność jest pierwszym warunkiem.

Robiąc model sklepienia poziomego z kamienia polerowanego, będziemy widzieć że się to utrzymać nie będzie mogło, jakkolwiek będzie grubość murów ≥ 10 nawy samej, ciśnienia iakie wywierają na siebie wzaiemnie zwornik stałego bez sklepienia siłą swą ciężkości nie mogą sobie odpowiadać (będą mieć rownego odporu) ieżeli stosugi między niemi nie będą ⊥e do powierzchni spodniey sklepienia, a zatem kiedy z nią nie robią kątów prostych. — Lecz kiedy spoienia robią kąty nierowne mniey więcey ostre, wypadnie stąd że sobie ciśnienia odpowiadać nie będą, iako to sobie łatwo wystawić można prowadząc ⊥⊥ do tych spoien; w tym przypadku części ciśnienia iakie sprawiaią niektóre zworniki usiłuią podsuwające inne, tak że ieżeli te nie będą z sobą powiązane, sklepienie spaść musi.

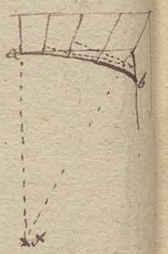


Sklepienia poziome są w tym przypadku, bo wielkie kamienie mogły się znosić wzaiemnie, potrzeba im dawać kształt klinowaty, i pochylać wszystkie spoienia ku iednemu srodku c, więc kąty tym sposobem tych spoien z powierzchnią spodnią sklepienia nie będą rowne.

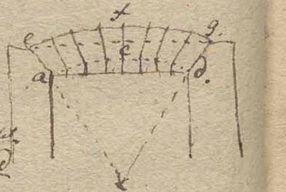
Aby zapobiedz tey nieprzyzwoitości potrzebaby poprowadzić z punktu c 2 łuki koncentryczne przechodzące przez punkta r. m. i przecinające zworniki aż do łuku wyższego, wtenczas część zawarta między temi dwoma łukami byłaby sklepieniem rzeczywistem, a reszta służyłaby tylko dla nadania formy horyzontalney spodniey powierzchni sklepienia można by nawet bez nieprzyzwoitości pionowo wyrznąć stosugi po pod łukiem dolnym.

Gdyby łęczenia nie było żadnego. Przekonać się można na marmurowych kolumnowych ozdobach, (i a może dla wzmocnienia łęczą stiuko się szarowanych:).

Kondelet mowi że dla tego zworniki nie będą mieć rownego oporu że prostopadłe do spoien poprowadzone rozrzymaią kierunek. Dla pokonania tego mowi nakreśl łuk ab styczny do brzegu spodniego sklepienia z punktu x do którego spoienia dążyć się zrobiło. Stopniowanie zworniki do tego łuku, uformuie się sklepienie z stosugami ⊥⊥e do wgięłości spodniey. — a sklepienie poziome iest tylko częścią łukowego to iest z którego odcięto dwa kliny z boków od spodu a to w mieyscach gdzie nayważnieyszego parcia zworniki wymagały, więc ta konstrukcya iest i słaba.



Dla zapobieżenia tey nieprzyzwoitości zakreśla się łuk acd i do niego spoienia zrobić się koncentryczne zaś pod nim pionowe. — Kondelet dla nadgrodzenia zaś odcinka acd w którym stosugi albo są pionowe albo ten odcinek zapełnić iest wszystko zrobić się grzbiet efg współrzędnemu, przez to zworniki będą rowney wysokości, inaczey byłyby w środku niższe gdyby się cała linia prosta eg tylko prowadziło.



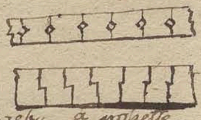
Ten sposób porozciągania długości zworników ku podstawie powiększa siłę sklepienia. w Trapano we drzwiach wszystkich wielkich drzwi i okien są sklepienia robione iak fig: A

Architekci którzy użyli prętów w klince na płaskie plakebandes i architrawy iak w kolumnadzie Luwru, na placu zgody, w kościele S. Sulpicjusza i w Panteonie, dla utrzymania przecięcia nieregularnego użyli wbreń i żelaznych w kształcie Z i T. to iest zachwytów. Zob: Kowalstwo.

X Zamiast robić zewnętrzną powierzchnię sklepienia wygiętą (lub złamaną) można przestać na robieniu zworników ~~długich~~ co raz dłuższych aż do klucza i robić ie w stopnie — wielu Architektów za przykładem Wiriola używali tego sposobu — robiąc zworniki z uszami. Sposób ten łączy piękność z mocnością. Tu przerysować Bramę Wirioli. ~~Kondelet Tab. 27. fig: 20.~~ — Zob Wirioz. Karta 125. Przedtem Toskańskiej lecz ten rodzay przyboru nie może być używanym tylko dla bram i otworow w grubości muru zrobionych.

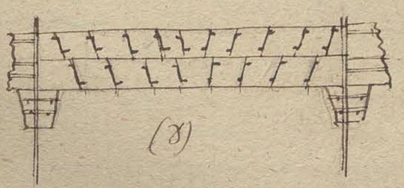
Jeżeli układ budowli wymaga, ażeby zewnętrzna po:wierzchnia przesklepień poziomych plates-bandes była poziomą i równoległą do powierzchni spodniej, po:trzeba związać tak zworniki z sobą, żeby żaden z nich nie mógł się do góry wznosić, kiedy inne usiłują opaść. Najprostszy sposób, kiedy zworniki są w liczbie nie wielkiej, i są z kamienia mocnego, wgnieździć w spo:jenia krzemienie okrągłe lub małe nasiany przekątnio Wzór pob: – jak Filibert De l'Orme doradza.

Jeżeli kamień jest bardzo twardy, robią się spojenia w zęby a crossette; przez ten sposób unika się formy kli:nia[s]tej. Nie potrzeba jednak robić tych zębów bardzo wielkich, dosyć jest dać im 2 lub 3 cale ustępu, i potrzeba nadto, ażeby część spodnia była przynajmniej dwa razy tak wielką jak wysoką.

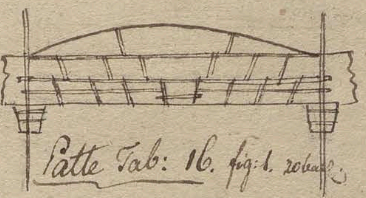


Jeżeli kamień jest średniej twardości i mocy, i gdzie przymuszeni jesteśmy powiększyć ilość zworników dla przesklepień poziomych długich, udawać się wtedy trzeba do wiązań za pomocą żelaza.

Architrawy kolumna:dy Luwru składają się z dwóch rzędów zworników na sobie jak Wzór pob:, z których jeden stanowi architraw a drugi fryz. – Te zworniki są utwierdzone za pomocą ankrów będących na przedłużeniu oporo kolumn i pręta żelaznych – między zaś sobą są pospajane klamrami żelaznymi kształtu Z. leżącej prostopadły do architrawu wiążące je z sobą. –



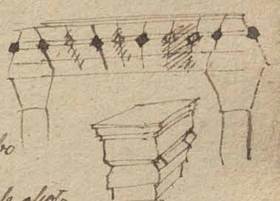
Architrawy u S. Sulpicyusza mają także 2 rzędy zwor:ników, których spojenia sobie odpowiadają – Przez zworniki rzędu spodnie:go przechodzą pręty żela:zne horyzontalne. Te pręty, co dwa do dwóch zworników utwie:rdzowane są strzemionami zahaczającemi się za inne pręty będące na powierzchni zasklepienia. – Nad drugim rzędem zworników jest wiązanie żelazne – 4 strzemiona łączą to wiązanie z prętami rzędu niższego zworników.



Patte Tab: 16. fig: 1. zobacz

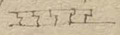
W Portyku S. Genowefy – nad zwornikami Archi:trawu jest tak ~~wydrążony~~ przesklepiony i ~~nie za:pełniony pod spodem~~ jak że pomiędzy nim a architra:wem czczość w kształcie odcinka koła zostawiona.

De l'Orme kostki kamienne chce mieć z aliąsa wsadzane cubes en losange podług figury, ale z Rondelet podaje że kostki byłyby przy ścianach kwadratowemi. Tylko 3 zworniki umieszczą. I mówi że najwięcej dla 5 zworników może służyć. Że kostki być muszą bo ~~wiele konstruktorów~~ je zowie cubes. Wiele konstruktorów ołowiane kule około 2 cale grube w gniazda w stopniach robione osadzali, lecz Rondelet uważa krzemienie okrągłe lepsze, bo twardsze.



Spostrzega się w konstrukcjach Arabskich, że robiono łęcznie wszystkie wale lub zębowane w ciosach sklepienia, co dowodzi że we wszy:stkich czasach i krajach konstruktorowie poznawali konieczność po:wiązania ~~tymi~~ sposobami, jakie tylko wymyślić było można tarcia i wiązania się ciosów w spojeniach. –

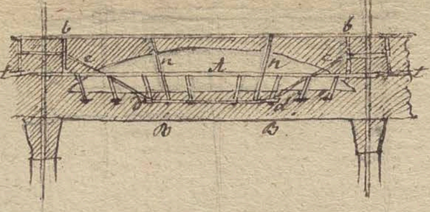
Sposób w zęby a crossette dobry, że się unika klinowatej figury ciosów, i który szczególniej dla sklepień wewnętrznych nie mogących mieć wiele grubości



Zob: Patte opis i Tab: 13. k. 276. gdzie całe wiąza:nie jest wydane kolumnady ~~Pant~~ Luwru.

Patte Tab 16 fig 1

Zworniki są zawieszone dwoma rzędami klamer mających kształt T których głowy są nawleczone na ciągel czyli pręt t t.



utwierdzony w końcach architrawu które się wznoszą pionowo i równo z osiami kolumn. — Z dwóch stron tu przu A umieszczono pręty pionowe b b, za które są zahaczone strzemiona c c znoszące zworniki środkowe BB. i które są ~~zwią~~ spojone mocnym sforzeniem d d.

W tym systemacie który jest Rondeleta, ciśnienia łuków i architrawów niszczą się wzajemnie, bo wiadoczną jest rzeczą, że architrawy nie mogą się wznieść i przeginać wypierać nie zbliżywszy pierwszych zworników łukowych do siebie na których są wzajem wsparte, z drugiej znowu strony te łuki obciążone częścią ciężaru tego architrawu nie mogą ulec ciśnieniu jego nie podniósłszy architrawu tam gdzie są dane strzemiona, a które zabezpieczają ~~pierw~~ że się pierwsze zworniki rozerwać nie mogą.

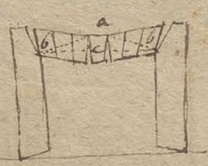
Tym sposobem robiąc mówi Rondelet, możnaby może było wiele oszczędzić żelaza w tej konstrukcji, zaoszczędzono klamer w T, prętów które je przewlekają i strzemion ~~m m~~ n n. Dosyć by było przestać na kilku sporniach zasadzonych w spojeniach, dla zapobieżenia żeby się zworniki nie zsuwały z siebie i nie działały jak kliny. —

Ludwika 15. Patte Tab. 14. place de la Concorde

Architraw. Kolumnady Luwru. Rondelet

Zob: Patte Tab: 13. —

Składa się z dwóch rzędów zworników nad sobą ~~leżą~~ złożonych za pomocą wiązadeł (chaines) zachwytów (tirans) na trzpienie (ancres) w kolumnach osadzone pozawodzeniowane. Zworniki są pozachowane za sobą klamrami kształtu Z. które zapobiegają iżby się po sobie zsuwały czyli ślizgały. Wszystkie te żelaza formują uzbrojenie utrzymujące w miejscu całe wiązanie ciosów w architrawie że ani rozpierać może ani opaść ało za pomocą ciągła pośredniego tirant. który zapobiega wierzchniemu architrawowi oddalać się (décarder); bo trzeba uważać że ciągiel tirant umieszczony na grzbiecie extrados architrawu pojedynczego nie zawsze może go mu odjąć się działania jak to fig: pok: okazuje



złotaszera jeżeli ma mało grubości; w istocie najmniejsze zgniecenie się lub skruszenie krawędzi górnych zamku a i krawędzi zworników pierwszych od węgarów b. b. może sprawić rozpręż:

zente a następnie upadek tego Sklepienia rodzaiu, nie potrzebu:
iąc azeby się podpasli sommiers węgarow to iest części gorne węgarow
oddalały, a to dla małey rożnicy ktora się znayduie pomiędzy
linią prostopadłą AB i horyzontalną AB. BC. Takze przyznać
trzeba że naymnieysze wyciągnienie się cegła tirant lub ankry
chaine może temu skatkowi dopomodz zwłaszcza ieżeli nie
iest z iedney sztuki żelaza; i dlatego to Sklepienia poziome
nie przystoią bardzo szerokim otworom. Nie można ich u:
żyć korzystnie tylko dla Architrawow i płatew platebandes
ktorym można dadz $\frac{1}{4}$ z szerokości na grubość sklepienia
lub $\frac{1}{5}$ naymniey; mogą iescze bydź użyte na płaskie
Sklepienia stropowe małey obszerności iako np: między ar:
chitrawami. —

Architrawy S. Sulpicyusza Rondelet

Patte Tab: 16. fig 1. Tu dla drugiego porządku Archi:
tektonicznego użyto uzbrojenia płatwy z dwoch architra
wow czyli płatew platebandes iak w kolumnadzie Luwru.
W tey konstrukcyi dla przeszkodzenia iżby się klince pasu
platebande niższego nie zsuwały pośrzod, przewiercono
ie aż do zamku clef z prawey i lewey strony. W te dziury
przetknięto pręty żelazne dwa cale grube podchwycone
w poły długości w drugi zwornik strzemionami etriers że:
laznemi zahaczonemi u cięgla horyzontalnego idącego od
osi ~~do~~ osi kolumny iedney do osi drugiey. Zamek clef pod:
chwyconym został końcem pręta w pętlicę ktoren się
iedwoczy raccorde z dwoma ~~dw~~ innemi.

Po nad tym pierwszym pasem znayduie się drugi
wyższy cokolwiek, ~~[illegible]~~ zaymuiący wysokość fryzy;
zamknięty iest między dwoma łańcuchami chaine
żelaznemi z ktorych ieden na wierzchu X ma końce ukwie:
dzone na osiach żelaznych utkwionych w kolumnach. Aże:
by nadadz temu łańcuchowi moc potrzebną do zwieszenia
dwoch pasow zrobiono na wierzchu łuk z szyną przednią żela:
zną wygiętą na nim położono tak że końce ma oparte
w pętlicę o końce cięgla horyzontalnego, pomiędzy
cięgłem a łukiem zamurowano przestwor dla płatości
mocną cegłą na wapno

W tego rodzaiu uzbroienia są zaczepione 4 strze:
miona podchwytuiące łańcuch chaine wyższy
strzemiona pierwszego pasu ciosow. Uzbroienie to iescze
dźwiga część ciężaru muru będącego na wierzchu i nie
Sklepisto związanego; Wreszcie ten sposob chociaż bar:
dziey skomplikowany iak w Luwrze nie sprawia większey sta:
łości, i gdyby się w Architrawie Luwru fig: Tab 13. po:
między pasami było zostawiło elegi taki odcinek łu:
kowy dla umocowania w nim uzbrojenia iak w portalu
S. Sulpicyusza, większą moc by się było otrzymało. bo by
było umieszczone w mieyscu naykorzystnieyszym dla utrzy
mania nacisku oboch pasów. — Rondelet

Architraw. Kolumnady Placu S. Ludwika 15.º czyli porzniey Placu Zgody. Rondelet. Patte Tab. 14.

Blisko tego samego sposobu tu użyto co w S. Sulpi: cyusu. wyiąwszy uzbroienie nad drugim pasem któ: rego tu nie dano. —

Przebito przecie tu także dziury w klińcach pasa spodniego aż do zamku dla wpuszczenia prętów żelaznych horyzontalnych przechodzących wskroś przez klińce z prawey i lewey strony aż do zamku.

Że pręty 13 także zaczepione na strzemionach zaczepiaiące się na ~~zwykłemi~~ tankiemi główkami umieszczonych na wierzchu extradoś. Ten tankiemi podchwytuią inne strzemiona zahaczaiące się na prętach umieszczonych na wierzchu extradoś drugiego pasu klińców. Ten więc drugi pas ma dźwigać cały ciężar obuch pasów i cię: żar muru nad sobą będącego którego ciosy są zwykle nie sklepisto wiązane, i tylko klamrowane z sobą. Dobrze iest tu uważać że ten sposób nie może zapobiedz iżby się spoiema nie rozwodziły od dołu w takowych war: stwach muru i nie ciężary na Architraw. Aby temu zapobiedz lepiey iest klamrować ciosy od dołu, bo nie mogąc się rozwodzić to iest roztwierać dołem trzymać się będą iak płatwą. —

Jeszcze uważać potrzeba że te dwa pasy ciosów plate-bandes. związane z sobą formuią ogromny klin obciążony znaczną massą muru działać mogący z wię: kszą siłą iak w poprzedzaiących przykładach. — Nako: niec że przybór appareil ciosów w pasach w dawne ma spoiema nie wiednym kierunku, i dlatego iest le: pszy iak w niniejszym przykładzie gdzie klińce są klina: mi ciągłemi i z wielszą mocą ~~rozpier~~ działaią. —

Architraw Przysionka Panteonu czyli kościoła S. Genowefy. Rondelet.

Tab: 29. Rondelet. — fig: 6. 7. 8

To wiązanie ~~belkowania~~ architrawu na kolumnach, ma długo: ści w świetle między kolumnami 16 ¼ stop. par: (czyli 5 metrów, 279 mill:) a 21 ½ stop od osi do osi kolumny. Szerokość iest iego iest 4 stopy 10 cali. a wysokość płatwicy stop 3 cali 4½. Podzielone iest na 13 Zworników formuiących trzy wgłębienia evidement a. b. c. wewnątrz Oporniki sommiers tych pasów platebandes. maią strony pochylone pod 60.º —

Zworniki są utrzymane dwoma rzędami zachwytów g czyli ~~T~~ełów T żelaznych maiących w iednym końcu piętkę talon a w drugim oko oeil. Piętki są osadzone scelles w [illegible]

iwiach aby służyły za . . . . . goujons, a przez oka które są po nad grzbietem extrados są przewleczone pręty trzące się w końcach bo formuią tancuchy chaines. Oprócz tych żelaz i łańcuchów, jeszcze w środku znayduie się perokąt znayduie się drugi łańcuch złożony z grubych zięglow tirans ukrywanych w osiach kolumn. fig 7. 8.

Zamiast podwoynego pasów platebandes jak w poprzedzających przykładach, wyskazano nad każdym z nich łuk który im służy zarazem za ulgę i za podporę; sprężony iest na tych samych opornikach sommiérs co i pas czyli płatwica plate-bande. Promień tego łuku obeymuiący 120°. iest 9⅔ stop. gdy tymczasem łuk AB należący do płatwicy iwa promień 22 stop. Łuk ten iest podzielony na 13 zworników grzbietowanych extradossés prostokątnie carrement.

Umieszczono po każdey stronie tego łuku trzpinie czyli sztyby żelazne ancres $\overset{D}{cd}$, $\overset{D}{ef}$ pionowo, za nie są zaczepione strzemiona $\overset{E}{gH}$, $\overset{E}{GH}$, znoszące 7 zworników środkowych połączonych mocnym sworzniem boulon $\overset{H}{rs}$. który w pośrodku nich przechodzi. Z tego urządzenia wynika że bezwzględnie na łańcuchy i inne środki, użyte jako zapobiegaiące parciu łuków. płatwie nie wywieraią te ciśnienia rozsądnie się mieści; bo widoczną iest rzeczą że płatwica nie może działać nie usiłuiąc zbliżyć zworniki łuku pierwszego do siebie, u którego iest zawieszona; gdy tym czasem z drugiej strony łuk ten obciążony częścią ciężaru płatwicy nie może ~~dz~~ ulec temu ciśnieniu nie podniósłszy do góry płatwicy do którey są pozahaczane strzemiona zapobiegaiąc iżby się pierwsze zworniki nie rozwodziły.

Sposób ten iest pomysłem z wypadku wielu doświadczeń iakie robił Rondelet dla wyśledzenia sposobu iak sklepienia działaią gdy węgary pod niemi są za słabe względnie ich parcia.

Przekonał się Rondelet że zawieszony ciężar na wewnątrz ~~środku~~ łuku sprężonego na słabych węgarach ~~za~~ niżce sił przeprowadzony przez sposoby, do pewney wysokości, przeciwnie poussée zniszczone zostało supprimée.

Stosownie więc do tego postępu procede, może by można było się obeyść bez tylu żelaziwa użytego do tey konstrukcyi. iako to zmnieyszyć liczbę żelazów, prętów przez ich oba ~~na~~ przetkniętych i strzemion znaczonych literą K. Możnaby było przestać na kilku . . . . goujon osadzonych w stosugi dla zapobieżenia zsuwaniu się zworników po sobie — Lecz te sposoby żelazne nadmiarowe nie mogą dążyć tylko do większego ustalenia i mocy.

Zob: opis Uzbroienia żelaznego tego sklepienia w art o Żelazie —

Sklepienia poziome nad przestrzeniami

Rzędy zworników równoległe do ścian przestrzeni otaczaiący prowadzone być maią, i tak fig 1. iest między murami równoległemi, warstwy ciosów równoległe do tych murów są prowadzone, toż samo byłoby gdyby było na dwóch filarach. —

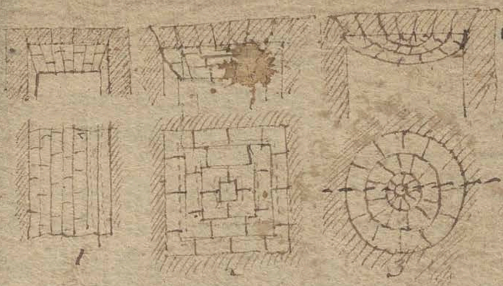
Fig: 2 iest sklepienie nad przestrzenią □, fig 3. nad okrągłą; gdzie toż samo się widzieć daie. W fig: 2 Zworniki przez przekątnią uważane są, złamane w 2 strony ale podług kierunku w dalszym ciągu będących. to iest są kształtu fig: 5. Sam środek sklepienia iest w fig: 2 kwadratowo wyciesany w fig: 3 okrągło. — Te figury nadto okazuią iak zworniki wrężyste to iest maią spoiny w przewrężi —

Fig 4 iest poziome sklepienie na 4 filarach. Rzędy ciosów są tu także równoległe do ścian filarów; w przekątni uważane są także kształtu fig 5. lecz w kierunku wyciągaiąc ku rogom filarów wyszczerbowane — sam środek iest kluczem □ tn- de z wycięciami w rogach. —

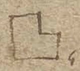
Zworniki wszystkie w tych przykładach Rondelet zrobił klinowato. fig 6 i tak w profilach widać w rzutach poziomych czyli [illegible] linie pełne oznaczaią spoiny na spodniey powierzchni sklepień uważane, zaś linie kropkowane oznaczaią krawędzie spoin na powierzchni ich wewnętrzney.

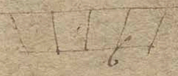
Lecz takie sklepienie nie mogą być używane nad wielkiemi przestrzeniami. Nad przestrzenią okrągłą być może naymocnieysze, mocnieysze nad kwadratową, a to mocnieysze iak nad przestrzenią między murami równoległemi lub na filarach. Im przestrzeń o więcey będzie bokach tem się zbliżać bardziey będzie do koła a zatem tem takie sklepienie będzie mogło być mocnieysze.

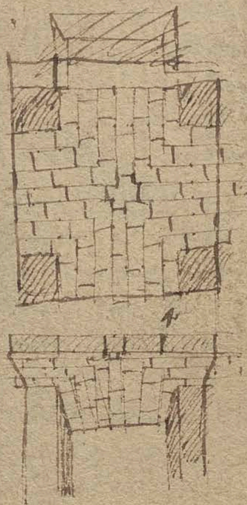
Chociaż sklepienia płaskie są zwykle okazuią powierzchnią równą, iednak mieć mogą formę nieregularną podług nieregularności przestrzeni — być mogą pochyłe — lecz zawsze sposób przycinania zworników iest łatwy, bo wszystkie ich części mogą być wyrażone w rysunku bez uchwycenia. Każdy zwornik się naypierw może obciosać w grubości iaka być ma grubość sklepienia, i obrobić z 4 stron podług obszerności iaka mu w grzbiecie przystoi, strony te potem z ukosa się obetną aby mu nadać kształt klinowaty w spoinach.

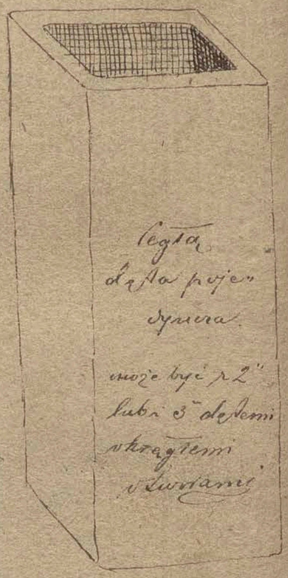


Linie p[...] okazuią [...] sugi sp[...] a kropk[...] ne wewn[...]









2. Przypuszczać się tu będzie że środek ciężkości sztuk drzewa samych lub równo obciążonych znayduie się w środku ich długości, i że wogólności ich ciężar iest w stosunku długości, także uważać się będzie iako nieugięte. — Nakoniec na tarcie względu się nie będzie

1. o Działaniu na się części w wiązaniach ~~dachowych~~. z drzewa

3. 1. Przypadek Krokwa AB oparta pochyło pod kątem α, o słup lub ścianę AC, wspiera się spodem na belce BC poziomey — ciężar iey wraz z pokryciem iest $= 2Q$ zatem ciśnienie na każden z dwóch punktów A i B wywiera pionowe $= Q = \frac{1}{2}dg$

4. Zróbmy $AD = Q$ i rozłóżmy na dwie inne siły, iedną poziomą AF obalić słup usiłuiącą, i drugą AE w kierunku krokwy na punkt B cisnącą. —

6. Robiąc ciężar krokwy $= dg$. będzie $AD = \frac{1}{2}dg$.
$AF = \frac{1}{2}dg \cot\alpha$.
$AE = \frac{\frac{1}{2}dg}{\sin\alpha} = \frac{dg}{2 \sin\alpha}$
$S = BK = \frac{1}{2}dg \cdot \cot\alpha$.
$Bk = AE \sin\alpha = \frac{dg}{2}$.
$BL = dg$.

12. Nazwawszy długość krokwy AB przez d, wysokość AC przez w podstawę BC przez a będzie:
$AF = Q\frac{a}{w}$ { Bo $AD : AF = w : a$. —
$AE = Q\frac{d}{w}$. { Bo $AD : AE = w : d$.

$AD : AF = \sin\alpha : \cos\alpha$
$AF = AD \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = AD \cdot \cot\alpha$.

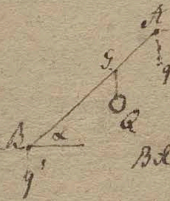
5. Na przedłużeniu AB. wziąwszy $BF = AE$. i rozebrawszy podobnież na dwie siły HB i BK. ponieważ $\triangle\triangle$ HBF ZAF są równe więc $AF = HB = Q\frac{a}{w}$; $BK = AD = Q$.

7. Z tego widać że krokiew z równą siłą wywiera poziome parcie na koniec belki B z iaką ciśnie w przeciwną stronę poziomo na ścianę w punkcie A.

8. Z wyrażenia $AF = Q\frac{a}{w}$ widać także że tem parcie to większe będzie im ciężar Q większy i im większa podstawa pochyłości krokwy względem wysokości to iest im większe a a mnieysze w.

9. Z podziału ciężaru 2Q na dwa końce, wypadło ciśnienie pionowe na punkt B naypierw $= Q$, z rozkładu siły BF, przybywa ciśnienie BK czyli $= Q$, zatem krokiew całym swym ciężarem na punkt B ciśnie, tak iak by na nim pionowo stała.

10. Uwaga. Gdyby krokwa w górze większym ciężarem była obciążona, np dachówką, a w dolney części gontem: wtedy odmieni się iey ciśnienie pionowe w obu końcach, które ze względu wypadnie większe, np $= AD'$. więc też i parcie AF' większe będzie, i równe parciu BK'. — przeciwnie by było gdyby w spodzie miał być dach dachówkowy, w górze gontowy. —



$g = Q\frac{BG}{AB}$
$g' = Q\frac{AG}{AB}$.
$BK = AF = Q\frac{BG}{AG}\cot\alpha$.

11. Wnieśćli Jm wpływ ciężaru Q zawieszonego tem siła S wspieraiąca większa, a przeciwnie mnieysza im niżey — gdyby się go w A zawiesiło byłoby $S = Q$ zaś w B zawieszony dałby $S = 0$. — to iest nie byłoby żadnego parcia

13. 2gi Przypadek Stawiąc 2 krokwy równie ciężkie pod iedną pochyłością naprzeciw siebie. — Ponieważ tu każda krokiew w górze wywiera ciśnienie pionowe $= Q$, więc obie wywarą ciśnienie $= 2Q$, zróbmy go $= AD$. i rozłóżmy na dwie inne AE. AE'. Ponieważ $AO = \frac{1}{2}AD = Q$. więc tak iak w pierwszym przypadku będzie $AE = AE' = Q\frac{d}{w}$. a zatem i parcie w każdym końcu B i C będzie wyrażone przez linię $BH = Q\frac{a}{w}$. W górze także ciśnienie $AF = AF_{\cdot} = Q\frac{a}{w}$ lecz się wzaiemnie zniszczą. krokwy więc te równowagę między sobą utrzymuią kiedy w 1m przypadku aby się ściana lub słup AC party siłą AF fig. 1. nie obalił potrzeba żeby miał z boku inną siłę $= AG$. któraby go w przeciwną stronę pociągała lub parła —

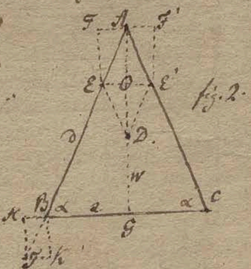
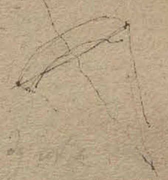


fig. 2.

14. { Ponieważ obie krokwy wywieraią na siebie w końcach A także ciśnienie poziome iak na słup podług przypadku 1go, i te ciśnienia będą sobie równe i przeciwne wzaiemnie się zniszczą, punkt więc A zostanie w równowadze — Wreszcie wnioski zrobione w przyp:
16. { 1m służą i tutay.

15. { $BK = \frac{1}{2}dg \cot\alpha$.
{ $AF = \frac{1}{2}dg \cot\alpha$.

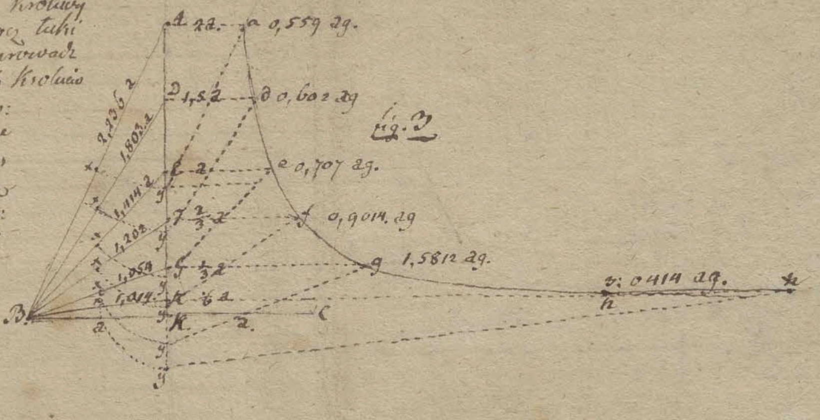
Przykład Niech każda stopa długości krokwy waży z obciążeniem lb. 9. Dach ma szerokość $BC = 22$ Wysokość $AG = w = 22$ lub $= a$ lub $= \frac{2}{3}a$ lub $= \frac{1}{3}a$ zna:



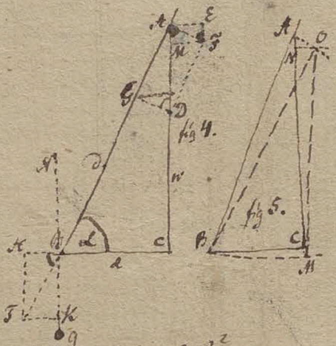
lesć w tych przypadkach siły parcia i obciążenia pionowego każdego z punktów B i C. fig. 3.

Połowa długości każdey krokwy t. i. z punktów A D E F... złoż tuki i z punktów y y y y... poprowadź równoległe do odpowiednych krokwiów aż do spotkania się z horyzontalnemi przez ich końce górne poprowadzonemi — linie Aa, Dd, Ee, Ff, Gg, Hh. wskażą wielkość parcia — a sama długość krokwiów będzie miarą ciśnienia pionowego —

Linia adefgh... okazuie jak parcie nawrasta z razu powoli, a potem nagle, a dla położenia krokwy horyzontalnego stałoby się nieskończonem —



17 **Przypadek 3ci** krokwa AB. spoczywa górnym końcem na słupie pionowym AC nie przeciw ścianie wsparta iak w Przyp: 1m, dolnym końcem na belce poziomey.



19 Ciężar krokwy 2Q wywiera na każdy punkt A i B. ciśnienie pionowe = P. biorąc zatem AD = P znaydziemy

20 P. ciśnienie AF w kierunku 1m do krokwy = $Q\frac{a}{d}$

21 Rozkładaiąc siłę AF na dwie AE i AM będzie: $AE = Q\frac{aw}{d^2}$; $MA = Q\frac{a^2}{d^2}$

$AG = Q\frac{w}{d}$.

Rozkłącz BF = AG. otrzyma się $AB = Q\frac{aw}{d^2}$; $Bk = Q\frac{w^2}{d^2}$

Że BF = AG = DF. więc i MD = BK. =

21 **Wnioski** Ponieważ AB = AE. ciśnienia więc poziome w strony przeciwne na punkta A i B. są sobie równe.

Ciśnienie pionowe na punkt A wyrażone przez

22. linią AM iest = $Q\frac{a^2}{d^2}$, zaś na punkt B wyrażone przez linią Bk iest = $Q\frac{w^2}{d^2}$, nadto na punkt B ciśnie wypnaiąc zarazem połowa krokwy t. i. Q. wszystkie więc 3 ciśnienia pionowe będą $Q + Q\frac{w^2}{d^2} + Q\frac{a^2}{d^2} = Q\left(1 + \frac{w^2 a^2}{d^2}\right) = 2Q$

18. **Uwaga** Ciśnienia te maią mieysce w przypuszczeniu że się słup na belce BC w C ugiąć by mogącey tu chęć zawsze może przez co by punkt A podług fig 5. w pierwszym momencie prostopadle do swego kierunku musiał się poruszyć — to iest podług linii AF fig. 4. zkąd rozkład sił na AE i AM iest widoczny —

Wniosek Z wyrażenia $AE = Q\frac{aw}{d^2}$ widać że naywiększe parcie będzie wtenczas kiedy a = w. bo iloczyn z dwóch boków kąta prostego w iedney przeciwprostokątney wykreślonych naywiększy iest gdy te są sobie równe — a to odpowiada pochyłości krokwy pod kątem 45. Że wtedy iloczyn aw iest = $\frac{1}{2}d^2$, naywiększe więc parcie w tym przypadku wyrównywa $\frac{1}{2}Q$ to iest $\frac{1}{4}$ części ciężaru całey krokwy — O tem się widocznie przekonać można z fig: 6. w którey dla krokwiów AB AB' AB'' równych co do ciężaru, wyraziło się połowę tego ich ciężaru przez linią AD. — Tutay krokwie AB' pod 45°

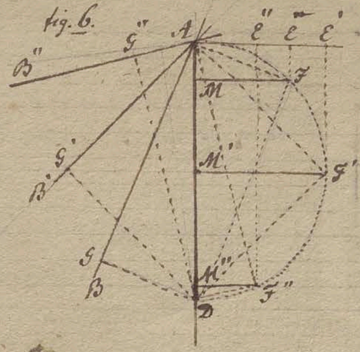
25.
$$\begin{cases} AF = \tfrac{1}{2}dg.\ \cos\alpha. \\ AE = AF\sin\alpha = \tfrac{1}{2}dg.\cos\alpha.\sin\alpha. = \tfrac{1}{4}dg.\sin 2\alpha. \\ AM = AF\cos\alpha = \tfrac{1}{2}dg\cos\alpha^2. \\ AG = AD\sin\alpha = \tfrac{1}{2}dg\sin\alpha. \\ Bk = AG\cos\alpha = \tfrac{1}{2}dg\sin\alpha.\cos\alpha = \tfrac{1}{4}dg\sin 2\alpha. \\ Bk = AG\sin\alpha = \tfrac{1}{2}dg.\sin\alpha.\sin\alpha = \tfrac{1}{2}dg\sin\alpha^2. \\ Bk + AM = \tfrac{1}{2}dg\sin\alpha^2 + \tfrac{1}{2}dg\cos\alpha^2 = \tfrac{1}{2}dg(\sin\alpha^2 + \cos\alpha^2) \\ \qquad = \tfrac{1}{2}dg. \\ \text{Oprócz tego ciężar } g = \tfrac{1}{2}dg. - \\ NB + Bk + AM = dg. \end{cases}$$

(26).

$AE = \frac{1}{2}dg\sin 2\alpha$. naywiększe będzie dla α = 45° bo wtedy sin 2α = promieniowi — im α większy lub mnieyszy od 45 tem sin 2α mnieyszy będzie — więc i parcie —

23 nachylonej odpowiada parcie wyrażone przez linią AE' równą M'F' zatem większe iak par: cie od krokiew płaskiej lub bystrej pochylonych wyrażonych przez linie AE. AE'' jako wyrównywaiącym wstawom MF M''F'' jako mnieyszym od promienia M'F'. –

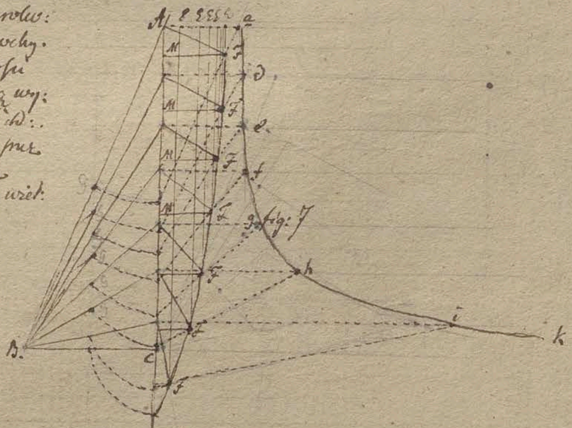
Ponieważ M'F' iest połową AD czyli Q. więc naywiększe parcie dla krokwy pod 45°. nachylonej równa się ½ części ciężaru krokwy. –



Tu także widać że im płaszczeysze może będzie po:

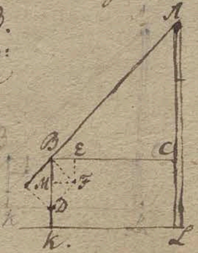
24. łożenie krokwi tem ciśnienia pionowe na słup, wyra: żone tutay przez linie AM. AM'. AM'' będą większe – i że ieżeliby krokwa wzięła położenie pionowe, ciśnienie piono: we stanie się = 0; w położeniu zaś poziomem wyrówna: łoby średnicy AD = Q –

Uwagę stawiaiąc na szerokość fig. 7. krokwy w rożnym pochy: leniu i w proporcyi swey długości ciężkie, parcia ich poziome będą wy: rażone przez linie MF, MF, MF. etc: porównywaiąc linią FFFFF przez punkta F prowadzoną, z linią gdefgh. w fig: 3. okazuie się wiel: ka różnica kiedy krokwa przez tylko z boku na słup, a kiedy na nim z góry będzie wsparta; w fig: albowiem 3ciey im płaszczeysze położenie krokwy tem parcie większe, a w poziomem położeniu stałoby się nieskończenie wielkie – zaś w fig. 7. coraz się pomnieyszało a w położeniu poziomem staie się = 0. – Także i to się spostrze ga że w fig. 3. ciśnienie pionowe na ścianę od krokwy iest = 0 zawsze – zaś w fig. 7. tylko w położeniu pionowem krokwy iest = 0, powiększa się zaś im płaszczey będzie położona krokwa a w horyzontalnem położeniu staie się = Q t.i. połowie ciężaru krokwy –



Wniosek Z tego się okazuie, jak iest korzystnie zamiast opierać krokwę o ścianę lub słup, zahaczać iey koniec górny na niey lub na słupie przy niey postawionym, nie tylko tak w bystrem jak w płaskiem położeniu krokwy, co jaśnie z porównania linii FFFFF, podług ninieyszego przypadku a linią adefghik. podług fig. 3ciey tu nakreśloną, wynika –

Przypadek 4. Jeżeli krokwa AB. iest na słupie AL w punkcie A niewzru: szenie oparta, zatem ciśnienie pionowe = Q w tym punkcie będąc oporem słupa zniszczone, nie powstanie więc z niego żadne parcie na punkt B. – Lecz kro: kwa na punkt B drugą połową swe: go ciężaru ciążąc pionowo, po usunięciu podpory pomknęłaby się w kierunku B do F prostopadłym – Zatem



(27).

$AM = \frac{1}{2} Q \cos\alpha^2$. zadostawa powiększa się w miarę mi kąta α mnieyszy, więc im płaszczeysze położenie kro kwy tem większy ciężar na słup –

$BK = \frac{1}{2} Q \cdot \sin\alpha^2$ – a dla tey przyczyny że wstawa z wię: kszością kąta zwiększa się, ciężar na belkę większy

Oznaczywszy przez BD to ćiśnienie pionowe $= Q$. powstanie z tąd ćiśnienie poziome BE w kierunku BC i pionowe na belkę BC lub słup BK wyrażone linią BM.

Ciśnienie poziome BE będzie $= Q \frac{z^2}{\partial^2}$. a ćiśnienie pionowe $BM = Q \frac{wz^2}{d^2}$.

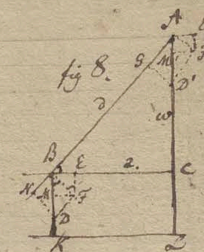


fig 8.

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Bo } BD : BF = \partial : z \text{ więc } BF = Q\frac{z}{\partial} \\ BF : BE = d : w \text{ więc } BE = Q\frac{wz}{\partial^2} \\ BF : BM = d : z \text{ więc } MB = Q\frac{wz^2}{\partial^2} \end{array} \right.$

Ciśnienie BN wzdłuż krokwy $= Q\frac{w}{\partial}$ zlewa się na punkt A.

Wniosek z tego widać że w tem przypuszczeniu takich samych i w te same strony doznaie ćiśnien punkt B. jakich doznawał podług przypadku 3go punkt A.

Wyjaśnienie Uważaiąc krokwę AB. fig. 9. w A utwierdzoną, ta jak się dopiero powiedziało wynosi ćiśnienia iakoto:

Horyzontalne $BE = Q\frac{wz}{\partial^2}$.

Pionowe $BM = Q\frac{z^2}{\partial^2}$

Punkt A w tem przypuszczeniu doznawałby ćiśnień

Horyzont: $AE' = Q\frac{wz}{\partial^2}$

Pionowego $AM' = Q\frac{z^2}{\partial^2}$.

Oraz dwoch wzdłuż krokwy ćisnących oznaczonych przez linie AG i BN. z sobie rownych. zatem rownych $2Q\frac{w}{\partial}$. ~~Zrobmy ie z linii BF a razem~~ przypuścmy że uwolniwszy krokwę w punkcie A ta się po nim zsunąć by mogła lub tylko wolno na nim wspierać. zatem zrobmy $BT = 2Q\frac{w}{\partial}$. i rozłożmy na poziomą HB i pionową BK. wypadnie

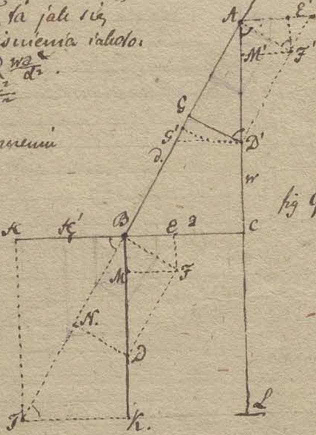


fig 9.

$HB = 2Q\frac{wz}{\partial^2}$; $BK = 2Q\frac{w^2}{\partial^2}$.

Lecz punkt B. iest party w stronę przeciwną iłe $BE = Q\frac{wz}{\partial^2}$ odciągaiąc więc ią od HB. zostanie parcie $H'B = AE' = Q\frac{wz}{\partial^2}$ jak się w przypadku 3m dowiedło –

Na punkt B iest ćiśnienie pionowe wyrażone przez linie BK i BM; zaś na punkt A przez linię AM', dodaiąc ie do siebie wypadnie $2Q\frac{w^2}{\partial^2} + Q\frac{z^2}{\partial^2} + Q\frac{z^2}{\partial^2} = 2Q$.

Gdyby się zaś krokwy AB. nie wsparto na słupie ale o słup oparto, wtedy by się zrobiło $BT = AG' + BN$. że $BN = Q\frac{w}{\partial}$. a $AG' = Q\frac{\partial}{w}$ więc $BT = Q\left(\frac{w}{\partial} + \frac{\partial}{w}\right)$. zatem

$BH = Q\left(\frac{w}{\partial} + \frac{\partial}{w}\right)\frac{z}{\partial} = Q\frac{zw}{\partial^2} + Q\frac{z}{w}$.

od tego odciągaiąc parcie ze strony przeciwnej przez linię BE wyrażone to iest $BE = Q\frac{wz}{\partial^2}$ zostanie na parcie $BH' = Q\frac{z}{w}$. rowne parciu w punkcie A podług przypadku 1go –

BK będzie $= Q\left(\frac{w}{\partial} + \frac{\partial}{w}\right)\frac{w}{\partial} = Q\frac{w^2}{\partial^2} + Q$ dodaiąc do tego ćiśnienie pionowe $BM = Q\frac{z^2}{\partial^2}$ więc całe ćiśnienie pionowe na punkt B będzie $= 2Q$.

$BD = \frac{1}{2}\partial g$.

$BF = BD \cos\alpha$.

$BM = BF \cos\alpha = \frac{1}{2}\partial g \cos\alpha^2$

$BE = BF \sin\alpha = \frac{1}{2}\partial g \sin\alpha . \cos\alpha = \frac{1}{4}\partial g\, 2\sin 2\alpha$

$AF = \frac{1}{2}\partial g . \cos\alpha . = BF$

$AE' = AF \sin\alpha . = \frac{1}{4}\partial g \sin 2\alpha . = BE'$

$AM = AF . \cos\alpha = \frac{1}{2}\partial g . \cos\alpha^2 . = BM$

$AG = AD \sin\alpha = \frac{1}{2}\partial g \sin\alpha . = BN.$

$BT = AG + BN = \partial g \sin\alpha.$

$BK = BT \sin\alpha = \partial g \sin\alpha^2$

$BK + BM + AM' = \partial g \sin\alpha + \partial g \cos\alpha^2 = \partial g.$

$BH = BT \cos\alpha . = \partial g \sin\alpha . \cos\alpha = \frac{1}{2}\partial g \sin 2\alpha.$

$BH - BE = \frac{1}{2}\partial g \sin 2\alpha - \frac{1}{4}\partial g \sin 2\alpha = \frac{1}{4}\partial g \sin 2\alpha.$

więc parcia w B i A są rowne.

$AG' = \frac{AD'}{\sin\alpha} = \frac{\frac{1}{2}\partial g}{\sin\alpha}$

$AE'' = AD' \cot\alpha.$

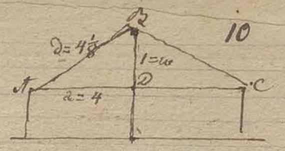
$BT = AG' + BN = \frac{\frac{1}{2}\partial g}{\sin\alpha} + \frac{1}{2}\partial g \sin\alpha = \frac{\frac{1}{2}\partial g + \frac{1}{2}\partial g \sin\alpha^2}{\sin\alpha.}$

$BH = BT \cos\alpha . = \frac{\frac{1}{2}\partial g \cos\alpha}{\sin\alpha} + \frac{1}{2}\partial g \sin\alpha . \cos\alpha = \frac{1}{2}\partial g \cot\alpha + \frac{1}{4}\partial g$

$BH - BE = \frac{1}{2}\partial g \cot\alpha .. = AE''$

$BK = BT . \sin\alpha = \frac{1}{2}\partial g$ ~~$\sin\alpha$~~ $+ \frac{1}{2}\partial g \sin\alpha^2.$

$BK + BM = \frac{1}{2}\partial g + \frac{1}{2}\partial g \sin\alpha^2 + \frac{1}{2}\partial g \cos\alpha^2 = \partial g.$



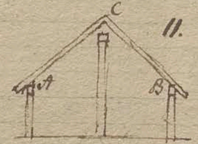
Przykład. Dach ma przekrój AC = 8 sążni więc a = 4°, wysokość W = 1 sążeń – więc d = 4⅛ sążni. – Sążeń długości krokwy z obciążeniem waży 1. Cetnar. –

Znaleść parcie krokwiów na ściany 1° w Dachu bez słupów średnich ni Szlemienia – 2° kiedy krokwy w B są wsparte na Szlemieniu mogącym się ugiąć – 3° na Słupach lub Szlemieniu nieuzruszonym –

Będzie w 1^m^ razie parcie $S = Q\frac{a}{w} = 2\frac{1}{16} \times \frac{4}{1} = 8\frac{1}{4}$ Cett.

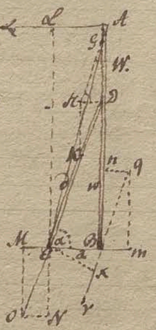
w 2^m^ razie $S = Q\frac{w^2 a}{d^2} = 2\frac{1}{16} \times \frac{4}{17} \text{ — } = \frac{1}{2}$ Cett.

w 3^m^ razie parcie będzie wsteczne to iest ku wewnątrz. to iest $S = Q\frac{a^2}{d^2} = 2\frac{1}{16} \times \frac{16}{17} = 2.$ Cett.



Używając wiązania Szlemiennego potrzeba ażeby ni Szlemię ni Sochy lub słupy nie uniżały się, gdyż inaczej krokwy iak w fig 11. widać bez podparcia będąc wywierać będą ciśnienia na ściany A i B iak w przypadku 1^m^ dopoki po wywarciu swego parcia i rozparciu ścian znów na Szlemieniu nie legną. – Szlemię więc mocne być ma i zkrzyżowane –

Przypadek 5. Słup pionowy AB osadzony w podłodze B. – Siła Q ciągnie go poziomo za koniec A. – Miecz DE podpiera go pod kątem α. – Nazwiymy AB = W DB = w; EB = a; DE = d. Będzie:



ciśnienie poziome $KD = Q\frac{W}{w}$ na koniec gorny miecza – a z tąd:

ciśnienie wzdłuż miecza [illegible] $KD = KD\frac{d}{a}$ $= Q\frac{Wd}{aw}$.

ciśnienie DG dźwigające słup do gory usiłujące $= KD\frac{w}{a} = Q\frac{W}{a}$.

Zrobmy EO = DK. będzie:

$ME = DK\frac{a}{d} = Q\frac{W}{w}$.

$NE = GD = Q\frac{W}{a}$.

Dolny koniec słupa ciśnie w kierunku poziomym Bm siłą $= Q\frac{W-w}{w}$.

Robiąc Bn = DG będzie $Bq = \sqrt[2]{\left(Q\frac{W}{a}\right)^2 + \left(Q\frac{W-w}{w}\right)^2}$ co iest kierunkiem i wielkością siły jaka iest potrzebna ażeby słup w spodzie nie wyruszył z miejsca.

Spuszczając ⊥^a^ Ex na Bq przedłużone, oraz ⊥^a^ El na kierunek ciężaru Q, będzie moment tego ciężaru = QW. a momentem siły będzie Ex × siłę Bq..

Ponieważ Bq : Bn = EB : Ex więc $Ex = Bn\frac{a}{Bq} =$ $= Q\frac{Wa}{a\,Bq} = \frac{QW}{Bq}$. tedy $Ex \times Bq = \frac{QW}{Bq} \times Bq = QW$. więc te dwa momenta Sił są sobie rowne –

Wnioski Tem większe będą ciśnienia im Q większe

2re z wyrażenia $KD = Q\frac{W}{w}$ widać że tem większe będzie ciśnienie na koniec miecza im punkt podparcia D niżey. –

3^cie^ $DG = Q\frac{W}{a}$ okazuie, że tem łatwiey w gorę słup się dźwignie im punkt podparcia E bliżey będzie słupa w to wyrażenie nie wchodzi ani długość miecza ani wysokość podparcia BD. ~~z czego~~ więc siła słup w gorę dźwigaiąca zostanie tą samą iakiekolwiek się da mieczowi pochylenie od punktu B jako stałego biorąc

$w = d.\sin\alpha$

$KD = \frac{QW}{w} = \frac{QW}{d\sin\alpha}$

$DG = KD\,\mathrm{tgt}\,\alpha = \frac{QW\,\mathrm{tgt}\,\alpha}{d.\sin\alpha} = \frac{QW}{d.\cos\alpha}$

$DK = \frac{KD}{\cos\alpha} = \frac{QW.\,\mathrm{tgt}\,\alpha}{d.\sin\alpha.\cos\alpha} = \frac{2QW}{d.\sin 2\alpha}$

$ME = DK\cos\alpha = \frac{2QW\cos\alpha}{d.\sin 2\alpha} = \frac{KD\cos\alpha}{\cos\alpha} = KD.$

$NE = GD.$

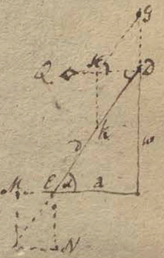
$W = d.\sin\alpha.$

$DG = Q\sin\alpha.$

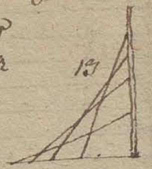
$DK = \frac{Q}{\cos\alpha}$

$ME = KD.$

$EN = GD.$



4te ciśnienie wzdłuż miecza $DK = QW\frac{\partial}{2w}$ naymniey-że będzie kiedy $a = w$, bo iloczyn z nich dla tey samey długości $\underline{\partial}$ naywiększy — Naymnieysze więc będzie pod pochyłością 45°; a coraz większe pod mnieyszym coraz lub większym kątem. fig. 13.



13

5te $NE = DG$. z taką więc siłą ciężar ciśnie pionowo w spodzie miecza z iaką usiłuie dźwignąć słup do góry.

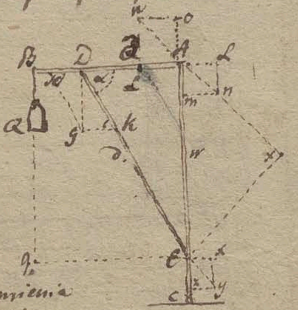
6te $ME = AD$. t. i. parcia są sobie =

7. $Bm = Q\frac{W-w}{w}$ obaczmy że tem ciśnienie Bm w spodzie słupa większe im punkt podparcia D będzie niżey, stanie się nieskończonym gdy padnie na punkt B.

8. Tem kierunek ciśnień połączonych Bq. będzie pochyleniem im nierównieiszy wywyższenia punktu D dany większą długość mieczowi, a zatem mnieyszy kąt pochyłości — Kierunek stałby się poziomym gdyby miecz wziął położenie poziome gdziekolwiek słup podpieraiąc stałby się pionowym wspieraiąc słup w punkcie A.

Przypadek 6

Ramię AB. u którego końcu wisi ciężar Q osadzone poziomo na słupie pionowym AC., podparte mieczem DE. —



Długość $AD = a$, wysokość $AE = w$. Długość miecza $DE = \partial$. $AB = k$

ciśnienie $DG = Q\frac{k}{a}$

$DH = Q\frac{a}{w}$ wzdłuż ramienia

$DK = Q\frac{a\partial}{sw}$ wzdłuż miecza

Robiąc $Ey = DK$. będzie $Ex = DH$; $EZ = DG$.

$AO = Q\frac{a-s}{s}$.

Zrobmy $AO = Am$; $AL = DH$. więc An iest ciśnieniem wypadkowym na końcu słupa A. Spuśćmy $\perp$ z Ex na kierunek siły An. — Z podob: $\Delta\Delta$ Amn, ALx będzie $An : mn = AL : Ex$ więc $Ex = \frac{mn.w}{An.} = Q\frac{a}{An.}$ więc $Ex \times An = Q\frac{a\,An}{An} = Qa$, więc moment tey siły równa się momentowi ciężaru $Q \times qE = Qa$ —

$AB = k$; $AD = a$

$a = \partial\cos\alpha$.

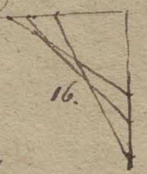
$DG = \frac{kQ}{a} = \frac{kQ}{\partial.\cos\alpha} = EZ$

$DH = DG\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{kQ\cos\alpha}{\partial.\cos\alpha\sin\alpha} = \frac{kQ}{\partial\sin\alpha} = Ex$

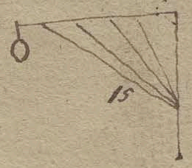
$DK = \frac{DG}{\sin\alpha} = \frac{kQ}{\partial.\cos\alpha.\sin\alpha} = \frac{2kQ}{\partial.\sin 2\alpha} = Ey$

$AO = Am = Q\frac{a-s}{s.} = Q\frac{a-\partial.\cos\alpha}{\partial.\cos\alpha.}$

Wnioski Z wyrażenia $DH = Q\frac{a}{w}$ widać że siła ta ~~tem~~ większa będzie im ramię a ~~dłuższe~~, lub w mnieysze. Siła ta ~~nie~~ zawisła od kąta pochyłości miecza ~~ani iego~~ ale nie od iego długości zatem można mu dawać różne położenie aby go tylko w E oprzeć. fig. 15.



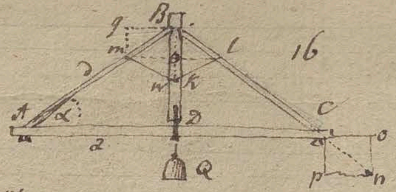
16.



15

Z wyrażenia $DK = Qa\frac{\partial}{sw}$. okaże się że pomiędzy mieczami iedney długości ten który będzie pod 45°. będzie naymnieiy ciśniony w swey długości fig. 16., dla tego w kleściach miecze pod 45° pochylone zwane są nieporuszonemi —

Przypadek 7. Dwie krokwy AB, BC. podpieraią stup wiszący BD. utrzymuiący srodek belki AC obciązoney cięzarem rowno roztozonym. Jest dana dtugosc AC = 2a kąt α. zatem AB = ∂; BD = w


16

Niech cięzar belki AB z obciązeniem będzie P. ciezar kazdego zastrzatu AB = BC = P'. stupa = P''.

Srzemie podchwytu będzie obciązone cięzarem = ½ P. bo druga potowa cięzaru belki cisnie na podpory A i B.

Na głowę więc podchwytu B będzie 1° cięzyc pionowo cięzar. ½ P. 2° cięzar P''. 3° Potowa oboch zastrzatow zatem P'. Summa ich = Q

Zrobmy te 3 cięzary = linii Bk. roztozmy go na 2 sity Bl, Bm — i znowu Bm na dwie Bq. Bo. — i będzie Bo = ½ Bk. i będzie

z pod: ΔΔ Bom BDA. — .. $Bm = Q\frac{\partial}{2w}$.

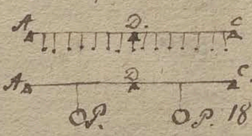
takze. — $Bq = Q\frac{a}{2w}$

$Bo = \frac{1}{2}Q$.

Robiąc Cn = Bm. wypadnie Co = Bq ; Cp = Bo.

Cisnienie więc pionowe na kazdy z podpor A i C będzie 1° rownie ¼ cięzaru Belki czyli ¼ P. ; 2° rowne cięzarowi $Bo = \frac{1}{2}Q = \frac{1}{4}P + \frac{1}{2}P' + \frac{1}{2}P''$. razem $= \frac{1}{2}(P + P' + P'')$.

Uwaga Podtug statyki ciat statych Eytelweina iezeli cięzar iest rowno po belce roztozony. lub gdy ię samę za cięzar rowno roztozony wezmiemy. i nazwiemy ten cięzar = Q. będzie cisnienie na podporę srednią $D = \frac{10}{16}Q$ a na kazdą podporę koncową A lub $C = \frac{3}{16}Q$. to iest ze bardziey belka mocą sprezystosci swey cisnie na srednią podporę iak na skrayną w stosunku = 10 : 3.


17

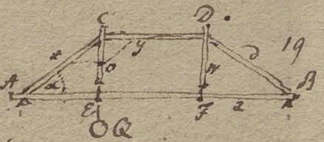
18

Jezeli zas w srodku między podporami A. D. C. z ktorych D iest w samym srodku, zawieszone będą cięzary rowne P. P. w tedy będzie:

Cisnienie na podporę D = 22 P. a na kazdą z podpor w koncach cisnienie = 5. P.

Rozumie się ze Belka iest iednostaynie mocna i w srodku D ani ostabiona ani przecięta — bo inaczey dla przecięty zawsze by byto cisnienie na srednią podporę z ½ catego cięzaru

Przypadek. 8. Na Belce AB. iest dane wiązanie z dwoch podciągow CE. DF. ztozone, oraz dwoch zastrzatow AC. DB. i rozparstki CD. — Znaiąc ktory cięzar Q cięzący na kazde z 2ch strzemion, zrob Co = Q to się roztozy na 2 sity Cx i Cy. i będzie $Cx = Q\frac{\partial}{w}$ i $Cy = Q\frac{a}{w}$.

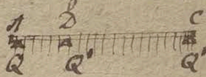

19

Sposobem zwyczaynym rachuiąc cięzar Q sktada się z potowy cięzaru częsci belki AF., z potowy zastrzatu AC, i potowy rozparstki CD. — nakoniec z cięzaru iednego podciągu CE. —

$Cx = \frac{Q}{\sin\alpha}$.

$Cy = Q\cot\alpha$.

Jezeli srednia podpora nie iest w samym srodku a belka sama cięzy lub ma na sobie cięzar rowno roztozony —



Nazwawszy dtugosc belki AC przez e, stopę dtugosci iey cięzaru = g. dtugosc częsci AD = c.

AD = c

AC = e.

w tedy będzie:

Cisnienie na punkt A czyli $Q = \frac{(c^2 + 3ce - e^2)g}{8c}$.

na punkt D czyli $Q' = \frac{e(e^2 + ce - c^2)g}{8(e-c)}$

na punkt C czyli $Q'' = \frac{(3e^2 - 5ce + c^2)g}{8(e-c)}$

Chcąc azeby cisnienie na punkt A byto = 0. to iest Q = 0 potrzeba azeby $c^2 + 3ce - e^2 = 0$. zkąd się wyciągnie wartosc na

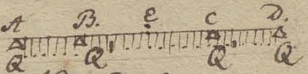
$c = 0{,}3027756.e.$

bo $c^2 + 3ce + \left(\frac{3e}{2}\right)^2 = e^2 + \frac{9}{4}e^2$

zatem $c = -\frac{3e}{2} + \frac{e}{2}\sqrt{13}$

$= 0{,}3027756.e$ —

Uwaga Poniewaz Cx zawsze z wyktadu sit wypada większe od Cy, zatem zastrzat zawsze bardziey cisniony w podtuz bydz musi iak rozparstka, potrzeba go więc robic w proporcyi grubszym, iezeli go niemozna zrobic w proporcyi szerszym, azeby rowny odpor dawat ciśnieniom co rozparstka.



$AB = CD = c.$
$AD = e.$
~~$AE = \frac{1}{2} e = b.$~~

<u>Uwaga</u> Eytelweina w Statyce ciał stałych uważaiąc belkę AD sprężystą, następuiący wzór podaie na znalezienie ciśnień na podpory końcowe A, D, i średnie B. C. w przypuszczeniu że podpory średnie są w równey odległości od końców, i że ciężar iest równo po belce rozłożony.–

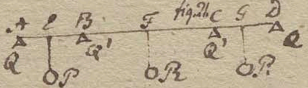
G znaczy ciężar belki na stopę iey długości.

ciśnienie na podporę końcową $Q = \frac{(6e^2c - e^3 - c^3 - 6ec^2)G}{4c(3e-4c)}$ A

na podporę średnią. $Q' = \frac{(e^3 + c^3 - 2ec^2)G}{4c(3e-4c).}$ B

Więc ieżeli $AB = BC = CD$ będzie więc $c = \frac{1}{3}e$ i formuły przerobią się na następuiące:

(C) $Q = \frac{4}{30}\, eG.$ $Q' = \frac{11}{30}\, eG.$ (D)



$AE = GD = \frac{1}{2} AB = \frac{1}{2} c$
$AB = c.$
$AD = e.$

Ieżeli zaś na belce sprężystey AD podparley w punktach B i C. w równey od końców odległości $AB = CD$ są zawieszone w punktach E, G, ciężary P równe, a w środku F. ciężar R. będzie:

Ciśnienie na podporę końcową ~~$Q = \frac{\frac{1}{2}ce^2 - 19c^3}{8c(}$~~

$$Q = \frac{1\tfrac{1}{2}ce - 2\tfrac{3}{8}c^2}{3ce - 4c^2}\,P - \frac{\tfrac{1}{5}(\tfrac{1}{2}e - c)^2}{3ce - 4c^2}\,R. \quad (E)^*$$

Zaś ciśnienie na podporę średnią

$$Q' = \frac{\tfrac{1}{2}(3ec - 3\tfrac{1}{4}c^2)}{3ec - 4c^2}\,P + \frac{\tfrac{3}{8}e^2 - \tfrac{1}{2}c^2}{3ec - 4c^2}\,R. \quad (F)$$

Ieżeliby podpory w równey były odległości zatem $AB = \frac{1}{3} AD$ zatem $c = \frac{1}{3} e$. wtedy będzie.

(G) $Q = \frac{17 P}{40} - \frac{3R}{40.}$ zaś $Q' = \frac{23 P}{40} + \frac{23 R}{40.}$ (H)

Gdyby zaś wszystkie oprócz tego ciężary 3 były równe byłoby: $Q = \frac{14}{40} P.$ (I) $Q' = \frac{46}{40.} P.$ (K).

<u>Przykład</u> Belka długa $20' = e$. Odległość podstawków $AB = CD = c = 4$ stop.– Stopa długości belki waży ℔. $25. = G$ ciężar $P = P = 10$ cent. ciężar $R = 30$ cent. znaleść ciśnienia na podpory.

Będzie naypierw ciśnienie od belki podług wzoru (A) . . $Q = \frac{(6.20^2.4. - 20^3 - 4^3 - 6.20.4^2)\,25.}{4.4\,(3.20 - 4.4.)} = -13,636$ ℔

$$Q' = \frac{(20^3 + 4^3 - 2.20.4^2)\,25}{4.4\,(3.20 - 4.4)} = +263,636\ ℔.$$

Dwa więc podstawki średnie będą ciśnione siłą funtów 2 razy $Q' = 527,272$ ℔., a dwa skrayne wznieśą się wgórę $= 27.272$ ℔. co odciągaiące iako siłę odjemną, to iest siłę mającą się przydać dla przytłoczenia końców–

reszta $= 500$ ℔ iako ciężar belki.

Podobnież ciśnienie od ciężarow P. P. i R znaydzie się podług formuł E i F to iest:

$$Q = \frac{(1,5.80 - 2\tfrac{3}{8}.16)\,10}{3.4.20 - 4.4^2} - \frac{1,5(10-4)^2\,30}{240-64} = -4,545454$$

$$Q' = \frac{\tfrac{1}{2}(3.4.20 - 3\tfrac{1}{4}.4^2)\,10}{3.4.20 - 4.4^2} + \frac{(\tfrac{3}{8}.400 - \tfrac{1}{2}.4^2)\,30}{176} = +29,545454$$

Więc tu ciśnienia na podpory średnie wynoszą cetnarow 59,0909; zatem o 9,0909 cett. więcey niż ciężary P + P + R. bo te wynosiły 50 cett. – a to dla tego że na podpory końcowe iest ciśnienie odjemne – 4,5454 cett. więc razem wynoszące cett. 9,0909., bo się rozumie że aby się końce belki nie wznosiły w gorę potrzeba ie obciążać ciężarem 4,5454 cett. – przez co o tyleż przybędzie na podpory średnie.

Chcąc ażeby na podpory końcowe A i D ciśnienia były = 0. to iest ażeby końce belki ani ciągnęły na podstawki ani się nie usiłowały wznosić przez co by potrzebowały przyciśnienia potrzeba zrobić

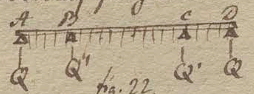


fig. 22.

$c = 0,2141748.\ e.$
to iest oddalić podpory B i C od końcow A i D o ilość 0,2141748 AD. – lecz to tylko służy dla belki swym ciężarem ciążących lub rowno w swey długości obciążoney – jak są wagare [?] poważ – pomosty – etc: –

9. Przypadek

Dwie krokwy rownie długie i obciążone AB, AD. wsparte końcami na belce BD – są związane rozporką EF. –

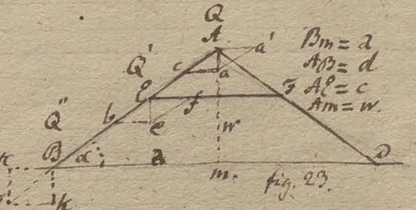


fig. 23.

Bm = a
AB = d
AE = c
Am = w.

Ponieważ krokwa iest jednostayna, z wiadomego więc iey ciężaru i obciążenia rowno rozłożonego znaydzie się podług formuł wyżey podanych ciśnienia iey pionowe Q. Q' Q'' w punktach A. E. B. –

(Ażeby w punkcie A krokwy nie rozwodziły się ściśnione ciężarem Q potrzeba ażeby podług uwagi wyżey zrobioney AE było większe od 0,3027756. AB. a zatem naymniey było = ⅓ AB. – Naylepiey robić AE = ²⁄₇ AB bo krokwy w gorze 5 w dole 6 cali maią grubości – a żeby rowną siłę posiadały.)

Robiąc Aa = Q będzie Aa' siłą parcia krokwiów na siebie w gorze – Ac siłą wzdłuż krokwy –

Podobnie ieżeli Ee = Q' będzie Ef. parciem na rozporkę, a Eb. siłą wzdłuż krokwy. –

$$Aa' = Q\frac{a}{w}\ ;\quad Ac = Q\frac{d}{w}\ ;\quad Ef = Q'\frac{a}{w}\ ;\quad Eb = Q'\frac{d}{w}.$$

Robiąc $BF = Ac + Eb = \frac{d}{w}(Q+Q')$ będzie parcie

$BK = (Q+Q')\frac{a}{w}$; pionowe $Bk = Q + Q'$. a dodając Q'' więc $= Q + Q' + Q''$.

$Aa' = Q \cot\alpha.$

$Ac = \frac{Q}{\sin\alpha}.$

$Ef = Q' \cot\alpha.$

$Eb = \frac{Q'}{\sin\alpha}$ –

$Ac + Eb = \frac{Q+Q'}{\sin\alpha} = BF.$

$BK = BF \cos\alpha = (Q+Q')\cot\alpha. = Aa' + Ef.$

$Bk = BF \sin\alpha = Q + Q'$ dodając Q'' więc całe ciśnienie $= Q + Q' + Q''$.

Wniosek z wyrażenia $BK = (Q+Q')\frac{a}{w}$ widać że parcie krokwiów tym większe im dach płaszczyszy. $BK = (Q+Q')\cot\alpha$

2do Liśmeaici poziome w szczycie dachu i na rozponkę równaią się parcia w spodzie krokwiów A i D.

3cie Gdyby się rozponkę w samym środku długości krokwiów dało byłoby podług formuły wyżey podaney ciśnienie pionowe w końcach A i B rozłone w każdym $\frac{3}{16}$ dg. – a w środku $E = \frac{10}{16}$ dg
2 zatem $Q+Q' = \frac{13}{16}$ dg. – więc $BK = \frac{13}{16}\frac{dg\,a}{w}$ –
Że tu iednak krokwia w punkcie E iest zaczopowaniem rozponki osłabiona, a zatem nie posiada tey mocy sprężystości azeby formuła przytoczona służyć mogła, biorąc więc zwyczaynym sposobem $Q = \frac{1}{4}$ dg a $Q' = \frac{1}{2}$ dg. więc byłoby $BK = \frac{3}{4}$ dg $\frac{a}{w}$. $BK = \frac{3}{4}$ dg $\cot\alpha$.
Lecz widzieliśmy że bez rozponki w przypadku 1m było parcie $BK = \frac{1}{2}$ dg $\frac{a}{w}$. $BK = \frac{1}{2}$ dg $\cot\alpha$
z tego więc pokazuie że rozponki powiększaią parcie krokwiów –

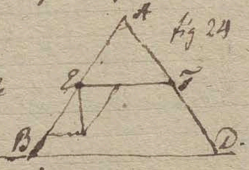


fig 24

Zdawałoby się że spinaiąc krokwy rozponką EF. część
~~dachu EAF moze się uwa:~~
~~żać. wywieraiące swe par:~~
~~cie na punkta E i F. a~~
4 ~~zatem że~~ możnaby uważać
część dachu EAF iako ciężar pionowo ciśnący na punkta E i F. lecz parcie na punkta B i D przez to zmnieysze się nie stanie, bo w tem przypuszczeniu punkt E będzie obciążony ciężarem krokwy $EA = \frac{1}{2}$ dg. – Nadto krokwia BE będzie w E ciężyć połową swego ciężaru $\frac{1}{4}$ dg. więc razem $\frac{3}{4}$ dg. zkąd pozostanie parcie $= \frac{3}{4}$ dg $\frac{a}{w}$

Łatwo takie wniosek i tenże zrobić że im niżey
1 rozponkę umieściemy tem i większe parcie będzie bo ciężar $3Q+Q'$ na punkta E i F większy wypada.

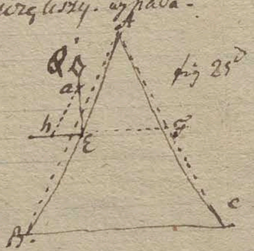
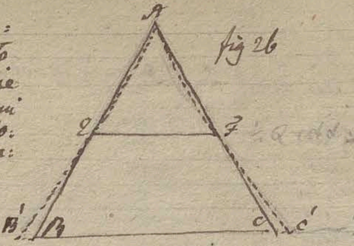


fig 25

Chcąc sobie ten skutek lepiey wystawić, przypuśćmy krokwę AB wygiętą pod ciężarem. Chcąc ią sprostować, musiało
3 by się więc siły Q' w górę wykierowaney lub też siły Eh z rozkładu iey wynikaiącey a którahy była $= Q'\frac{a}{w}$ czyli $= \frac{1}{2}$ dg $\frac{a}{w}$. – Siła Eh działaiąc na punkt E w kierunku Eh udzieli się i punktowi B a to w stosunku iak AB : AE czyli iak 2:1. (przypuszcza: iąc że E iest w środku:). przybędzie więc na punkt B parcie większe o ilość $\frac{1}{2}$ dg $\frac{a}{w} \times \frac{AE}{AB} = \frac{1}{4}$ dg $\frac{a}{w}$. $Eh = \frac{1}{2}Q\cot\alpha$.
Tę zas siłę Eh zastępuie rozponka –

Uważaiąc rozponki iako przewiązki spinaiące krokwy gdzies w środku azeby pośrednio w końcach ich B i C parcie zniszczyły, nie można ~~nie~~ ~~chcąc~~ aby ten skutek spełniały nie żądać azeby się same krokwy w punktach spięcia nie wyginały będąc więc cięciem czopow osłabione, lub będąc tu mocne, azeby się nie wyginały w całey długości wszystko, to iest aby

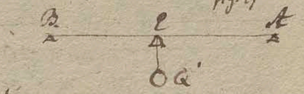


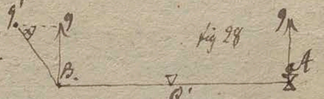
nie brały położenia iak w fig: pobocznej kropkami narznaczo kę — lecz krokwy w użyciu nie są nigdy tak prętami mocnemi ale owszem dla swey sprężysto: ści mogącemi się uginać, a na: wet przeginać w dłuższych słabych iakiemi są E F —

Żaden praktyk nie uży: wa rozporek w srodku prze: rzynania krokwiów dla zmnieyszenia parcia na sciany lub słupy, ale azeby się wzajemnie utrzymywały i pod ciężarem pokrycia nie wyginały — bo łatwo iest wi: dzieć że przy naymnieyszem usunięciu się punktów o: parcia B i C. ciężar pokrycia tak zdoła wygiąć sła: be krokwy iakby ie wygiął gdyby się im dało z razu położenie AB' AC', a potem rozporkę E F zaradzaiącą dalszemu wyginaniu się ich osadziło to iest rozpieraiącą a zatem nie spaiaiącą — a zatem tem więcey parcia iak się wyżey wyjaśniło pomagaiącą —

10 Przypadek Chcąc albowiem belkę złamać lub wy: giąć do pewnego stopnia są 2. w zastosowaniu do ninieyszego przypadku sposoby,

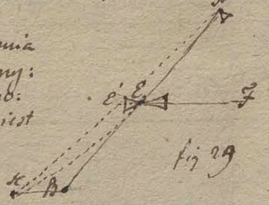
pierwszy obciążenie iey gdzieś w srodku (i a tu przy: puściemy w samym srodku) długości ciężarem Q' — Jezeli ten ciężar z umysłu nie pocho: dzi ale owszem idzie o to azeby się belka nie wygięła lub złama: ła, dosyć będzie dadź podporę E. maiącą siłę iak Q' — fig. 27.





Drugi: daiąc w końcach B i A siły w górę ciągnące q z którychby każde q była równa ½ Q'. to iest równa ci śnieniu iakiego w pierwszym przypuszczeniu doznawały podstawki B i A. — lub też co iedno robiąc w A pod: stawek z góry nieporuszony, a tylko w B używaiąc siły iedney tylko q w górę pociągaiącey —

2 zamiast dawania siłę q kierunku ⊥go do belki BC można użyć siły q' w kierunku Bq' byle zrobić $q' = q \frac{q'B}{qB}$. to iest $q' = \frac{q}{\sin\alpha}$ iest wiadomo.



Stosuiąc te uwagi do położenia krokwy AB. Rozporka w 1m przy: puszczeniu zastępuie mieysce podpo: ry E przeciw wygięciu się krokwy i iest cisniona ciężarem $\frac{1}{2} dg \frac{a}{w}$ lecz to trwa dopoty dopóki punkt B stoi za podparcie iey.

½ dg cot α.

EF = ½ Q cot α.
BK = ⅔ Q cot α.
EE' = ½ Q cot α.

lecz ieżeli się punkt B usunie ku K, wtedy rozporka prze: staie czynić powinność podpieraiącą, lecz poczyna czynić powinność wiążącą, azeby się punkt E w E' nie posunął i cała dzielność sił przechodzi w przypadek drugi, to iest w punkcie A krokwa przeciwległa zastępuie mieysce pod: stawka od spodu, Rozporka w E stoi za podstawek zewną: trzny — a siła KB ~~pociąga~~ wywiera swe działanie, które ieżeli iest równe temu iakiegoby było potrzeba do wygięcia ~~belk~~ krokwy pod własnym ciężarem to iest = q' krokwa się wy: gnie — a pod większą siłą wygnie się iescze bardziey a nawet złamie — Że siła q' w ninieyszym przypadku

wyrownywać powinna połowice ciśnienia poziomego EF fig. 23. to iest $= \frac{1}{2}Q' \frac{a}{w} = \frac{1}{4}\partial g \frac{a}{w}$, zaś siła BK iest rowna $(Q+Q')\frac{a}{w} = \frac{3}{4}\partial g \frac{a}{w}$, widoczną więc iest rzeczą, że rozporka EF dopoki Opor belki lub ściany nie przechodzi $\frac{1}{4}\partial g \frac{a}{w}$ ni pomaga ni przeszkadza wyginaniu się krokwy — lecz skoro BK przyczyna będź większe od $\frac{1}{4}\partial g \frac{a}{w}$ z przyczyny że albo ściany pochylaią się lub sztychy rozwodzą, wtedy rozporka spinaiąc krokwy dopomaga większemu wygięciu się krokwiów, jak by się pod własnym i ciężarem pokrycia wygięły

$\frac{\frac{1}{2}\partial g \cdot \cot\alpha}{2} = \frac{1}{4}\partial g \cot\alpha.$

$= \frac{3}{4}\partial g \cot\alpha$

Wniosek Z tego wszystkiego wypływa, że rozporek nie inny iest użytek, jak rozpierać wzaiemnie krokwy przeciwległe aby się nie wyginały pod ciężarem pokrycia, i tylko dopoty skuteczny dopoki punkta oparcia ich o belki w spodzie lub ściany przeciw sile parcia będą zabezpieczone —

Przypadek, 10.

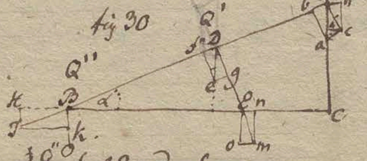


fig 30

$\begin{cases} AB = \partial. \\ AD = c. \end{cases}$ $\begin{cases} BC = a \\ AC = w. \end{cases}$

Krokwa AB. wsparta gorą na słupie AC. ma podporę DE $\perp^{a}$ do swey długości, stopa długości iey z obciążeniem wagi $\partial \cdot g$. — Więc się sposobem wprzey podanym znaydzie ciśnienie iey pionowe na punkta ADB. oznaczmy takowe przez $Q \cdot Q' \cdot Q''$. — Zrobmy $Aa = Q$; $De = Q'$. —

Będzie $Ab = Q \frac{w}{\partial}$. $Ac = Q \frac{a}{\partial}$; $Ah = Q \frac{aw}{\partial^2}$

$Ai = Q \frac{a^2}{\partial^2}$ —

$Df = Q' \frac{w}{\partial}$; $Dg = Q \frac{a}{\partial} = Em$; $En = Q' \frac{aw}{\partial^2}$

$Eo = Q' \frac{a^2}{\partial^2}$.

Zrobmy $BI = Ab + Df = (Q+Q')\frac{w}{\partial}$ będzie $BH = (Q+Q')\frac{aw}{\partial^2}$; $BK = (Q+Q')\frac{w^2}{\partial^2}$

Będzie więc $BH = Ah + En$.

$Ai + Eo + BK + Q'' = Q + Q' + Q''$.

$Ab = Q \sin\alpha$.
$Ac = Aa \cos\alpha = Q \cos\alpha$.
$Ah = Ac \sin\alpha = \frac{1}{2}Q \sin 2\alpha$.
$Ai = Ac \cos\alpha = Q \cos\alpha^2$
$Df = Q' \sin\alpha$
$Dg = Q' \cos\alpha = Em$
$En = Em \sin\alpha = \frac{1}{2}Q' \sin 2\alpha$
$Eo = Em \cos\alpha = Q' \cos\alpha^2$
$BI = Ab + Df = (Q+Q') \sin\alpha$
$BH = BI \cos\alpha = \frac{1}{2}(Q+Q') \sin 2\alpha$.
$BK = BI \sin\alpha = (Q+Q') \sin\alpha^2$.

dodaiąc Q'' więc całe pionowe ciśnienie na punkt B byłoby $= Q'' + (Q+Q')\sin\alpha^2$.

$Eo + Ai = (Q+Q')\cos\alpha$.

więc pionowe ciśnienia wszystkie $= Q + Q' + Q''$.

$Ah + En = \frac{1}{2}Q \sin 2\alpha + \frac{1}{2}Q' \sin 2\alpha = \frac{1}{2}(Q+Q')\sin 2\alpha$.

więc są rowne ciśnieniu BH —

Wnioski Z wyrażenia $BH = (Q+Q')\frac{aw}{\partial^2}$ widać że parcie tem większe im aw większe, zatem będzie naywiększe kiedy $a = w$. dla długości ∂, to iest kiedy krokwa pod 45° będzie pochylona —

$BH = \frac{1}{2}(Q+Q')\sin 2\alpha$.

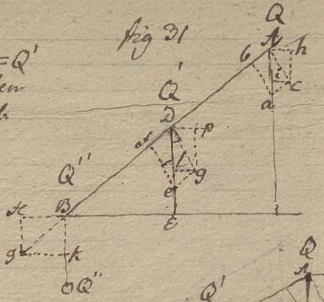
Ponieważ im $AD = c$ większe tem większe Q i Q' tem więc parcie BH będzie większe, im niżey punkt D podparcia obierze się —

Parcie zmnieyszać się będzie w miarę iak kąt α pochyłości większym lub mnieyszym od 45 zrobiemy t. i. im dach będzie płaszczyszy — lub stromszy.

Gdyby się podpory nie użyło byłoby podług Przypadku 3^{go} fig 4. — parcie $BH = \frac{1}{2}\partial g \frac{aw}{\partial^2}$, tutay zaś iest $= (Q+Q')\frac{aw}{\partial^2}$, bo przypuszczaiąc np że podpora iest w samym środku, byłoby $Q+Q' = \frac{3}{4}\partial g$. — przez użycie więc podpory parcie się powiększa —

Gdyby podpora była pionowo wtedy robiąc $De = Q'$ będzie $Df = Q' \sin\alpha$. zatem parcie BH także samo jak w fig. 30

fig 31



$Dg = Q' \cos\alpha$.

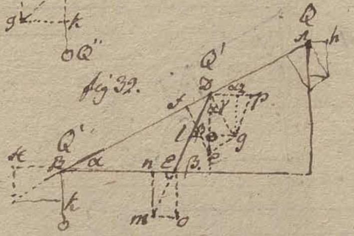
$Dl = Dg \cos\alpha = Q' \cos\alpha^2$.

$Dp = Dg \sin\alpha = \frac{1}{2} Q' \sin 2\alpha$

Porownywaiąc to z fig: 30 widać że

$Dp = En$; $Dl = Eo$.

fig 32



Gdyby podpora była pochyła, pod kątem β. będzie i tu:

$Df = Q' \sin\alpha$ zatem parcie na punkt B to iest BH to samo co w fig: 30.

$Dg = Q' \cos\alpha$. rozłoży się na Dl i Dp. i będzie

~~$Dl = Dg \frac{\sin ...}{...}$~~ ~~$Df = Q' \frac{...}{...}$~~

~~$Dp = Dg \frac{...}{...}$~~ ~~$Dp = Q' \cos\alpha \frac{...}{...}$~~

~~$En = Dl \cos\beta = Q' \frac{...}{...} = Q' ... \cot\beta$.~~

~~$Eo = Eot ... = Q' \frac{...}{\sin\beta} (...)$~~

I w tym przypadku będzie parcie $AB + nE$ rowne parciom w stronę przeciwną $Dp + Ah$. – Oraz ciśnienia pionowe $Ai + Eo + Bk + Q''$ będą $= Q + Q' + Q''$. i poprowadziwszy pionową gz, będzie $zp = nE$. iako wywyżka parc przeciwległych z ukośności podpory pochodząca.

$De = Q'$

$Dg = Q' \cos\alpha$.

$Do = Dg \cos\alpha = Q' \cos\alpha^2$

$og = Dg \sin\alpha = Q' \cos\alpha . \sin\alpha = \frac{1}{2} Q' \sin 2\alpha$.

$ol = Do \cot\beta = Q' \cos\alpha^2 . \cot\beta$.

$Dp = go + ol = \frac{1}{2} Q' \sin 2\alpha + Q' \cos\alpha^2 \cot\beta$

$Dl = \frac{Do}{\sin\beta} = \frac{Q' \cos\alpha^2}{\sin\beta}$.

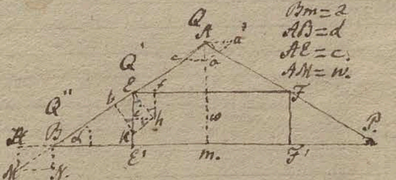
$En = Dl \cos\beta = Q' \frac{\cos\alpha^2 \cos\beta}{\sin\beta} = Q' \cos\alpha^2 \cot\beta$.

$mn = Dl \sin\beta = Q' \cos\alpha^2$.

więc $nE = lo = zp$.

$mn = Do$.

Przypadek 11.



$Bm = z$
$AB = \partial$
$AE = c$.
$AM = w$.

Krzesło stoiące podpiera wiązanie krokiew.

Ciśnienia będą:

$Aa' = Q \cot\alpha . (= Q \frac{z}{w})$

$Ac = \frac{Q}{\sin\alpha} (= Q \frac{\partial}{w})$

$Eb = Q' \sin\alpha . (= Q' \frac{w}{\partial})$

$Eh = Q' \cos\alpha . (= Q' \frac{z}{\partial})$

$Ei = Eh \cos\alpha = Q' \cos\alpha^2 (= Q' \frac{z^2}{\partial^2})$

$Ef = Eh . \sin\alpha = \frac{1}{2} Q' \sin 2\alpha (= Q' \frac{zw}{\partial^2})$

$BM = Ac + Eb = \frac{Q}{\sin\alpha} + Q' \sin\alpha (= Q \frac{\partial}{w} + Q' \frac{w}{\partial})$

$BH = BM \cos\alpha = Q \cot\alpha + \frac{1}{2} Q' \sin 2\alpha (= \frac{z}{\partial}(Q \frac{\partial}{w} + Q' \frac{w}{\partial}))$

$BN = BM \sin\alpha = Q + Q' \sin\alpha^2 . (= Q + Q' \frac{w^2}{\partial^2})$

Oprocz tego ciśnie ciężar $Q'' = Q + Q' \sin\alpha^2 + Q'' (= Q + Q' \frac{w^2}{\partial^2} + Q'')$

Dodaiąc ciężar Ei wypadną wszystkie pionowe ciśnienia $= Q + Q' + Q''$.

$\cdot Aa = Q$

$\cdot Aa' = Q \frac{z}{w}$.

$Ac = Q \frac{\partial}{w}$.

$\cdot Eh = Q' \frac{z}{\partial}$

$\cdot Eb = Q' \frac{w}{\partial}$.

$\cdot Ef = Eh \frac{w}{\partial} = Q' \frac{z}{\partial} \times \frac{w}{\partial} = Q' \frac{zw}{\partial^2}$

$\cdot Ei = Eh \frac{z}{\partial} = Q' \frac{z}{\partial} \times \frac{z}{\partial} = Q' \frac{z^2}{\partial^2}$.

~~$BH = Aa' + Ef = Q \frac{z}{w} + Q' \frac{zw}{\partial^2}$~~

$BN = Q + Q' \frac{z^2}{\partial^2}$

$BM = Ac + Eb = Q \frac{\partial}{w} + Q' \frac{w}{\partial}$

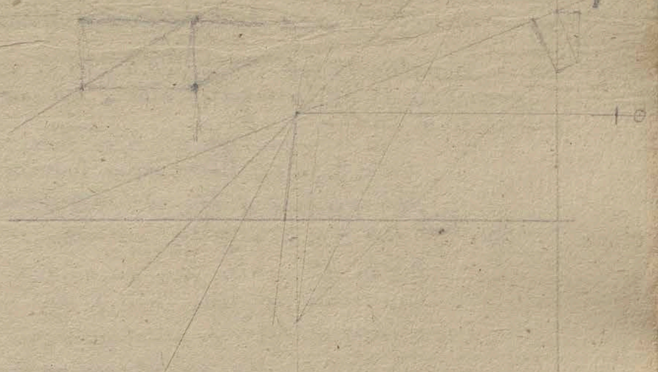
$BH = BM \frac{z}{\partial} = Q \frac{\partial z}{w \partial} + Q' \frac{zw}{\partial^2} = Q \frac{z}{w} + Q' \frac{zw}{\partial^2}$

$BN = BM \frac{w}{\partial} = Q + Q' \frac{w^2}{\partial^2}$

Wnioski. Z wyrażenia $Ei = Q' \cos\alpha^2 (= Q' \frac{z^2}{\partial^2})$ wynika że im dach płascieyszy tem więcey stopek krzesła iest ciśniony pionowo. – ale o tyleż belka w końcu B doznaie mnieyszego pionowego ciśnienia, co z wyrażenia $BN = Q + Q' \sin\alpha^2$ widać.

2re Ciśnienie $AB = Ef + Aa$.

3cie Porownywaiąc siłę rozpieraiącą tego dachu BH, z siłą parcia dachu z rozpinką (Przyp: 9) znaydziemy



my. przemieniaiąc BH w mnieyszym przykładzie na 2 wyrażenia $BH = Q \cot\alpha + Q' \sin\alpha . \cos\alpha$ mato

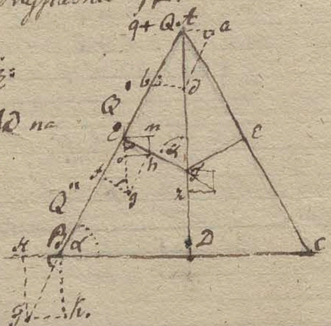
$$BH = Q\cot\alpha + Q'\frac{\sin\alpha^2 \cos\alpha}{\sin\alpha} = (Q + Q'\sin\alpha^2)\cot\alpha.$$

Zaś w przypadku 9tym było $BH = (Q + Q')\cot\alpha$. więc w przypadku 9tym było parcie większe bo Q' iest zawsze większe od $Q'\sin\alpha^2$. –

a w liniowym rachunku biorąc ~~tutay~~ w przyp: 9tym iest $BH = \frac{a}{w}(Q + Q')$ które można wyrazić: $BH = Q\frac{a}{w} + Q'\frac{aw}{w^2}$ zaś w przypadku ~~11~~tym mnieyszym ~~było~~ iest $BH = Q\frac{a}{w} + Q'\frac{aw}{\partial^2}$. widziemy że w przypadku 9tym wartość BH iest większa to iest rozpieranie bo zawsze iloraz z $\frac{aw}{w^2}$ iest większy od $\frac{aw}{\partial^2}$. bo w iest mnieysze od ∂. –

Parcie więc dachu z krzestem stoiącym iest mnieysze. –

Uwaga Dla krzeseł dachów pochyłych wyrachuię ciśnienia podług uwag przypadku 9go.



Przypadek 12. Wiązanie podchwytne BAC.

to iest z słupem wiszącym AD na dwóch krokwach AB. AC. aby się krokwy nie ugięły są dane miecze ef. 1e do kierunku krokwiów. –

Nazwawszy ciężar od belki BC na punkt D ciśnięty przez 2q. – oraz ciśnienia pionowe od krokwy w A. e. B. przez Q Q'' Q' będzie ciężar w $A = (Q + q) = R$.

$Aa = R\cot\alpha$.

$Ab = \frac{R}{\sin\alpha}$

$ef = Q'\sin\alpha$.

$eh = Q'\cos\alpha$.

$em = eh\sin\alpha = \frac{1}{2}Q'\sin 2\alpha$.

$eo = eh\cos\alpha = Q'\cos\alpha^2$.

$BT = \frac{R}{\sin\alpha} + Q'\sin\alpha$.

$BH = \frac{R\cos\alpha}{\sin\alpha} + Q'\sin\alpha.\cos\alpha$.

$BH = R\cot\alpha + \frac{1}{2}Q'\sin 2\alpha$.

więc $BH = em + Aa$.

$BK = \left(\frac{R}{\sin\alpha} + Q'\sin\alpha\right)\sin\alpha = R + Q'\sin\alpha^2$. Dodaiąc $eo = Q'\cos\alpha^2$. $\Big\}\ R + Q'$

Gdyby ciężaru q być nie miało wypadłoby: $BH = Q\cot\alpha + \frac{1}{2}Q'\sin 2\alpha$. więc także samo co w poprzedzaiącym przykładzie fig. 33.

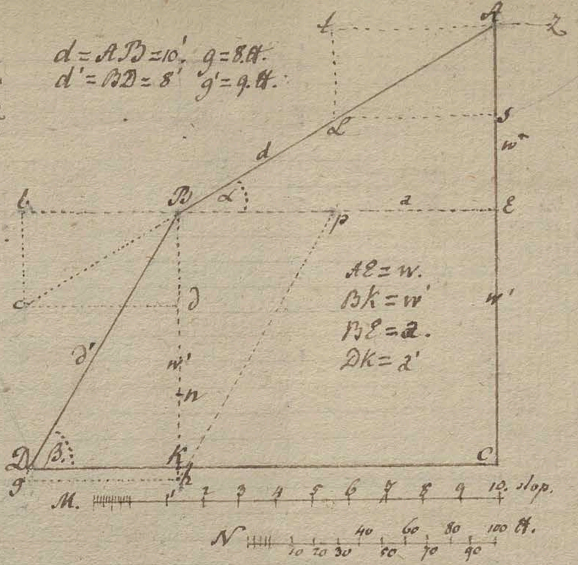
Przypadek 13.

Dwie krokwy rozney dlugosci i obciązenia tak oprzec o siebie na płaszczyznie pionowey, azeby pierwsza opieraiąc się gornym koncem o scianę w A, druga spodnim na stygarsu Dc a 10 przodku koncami iedna o drugą, zostawały w rownowadze –

Kąt ABE = α iest dany znaleść kąt β dla BDC.

M iest podziałka dla dlugosciów – N dla ciężarow

Dana iest dlugosć krokwy gorney AB = d, cięzar stopy g tt. więc cięzar tey iest dg, spodniey BD $d'g'$.



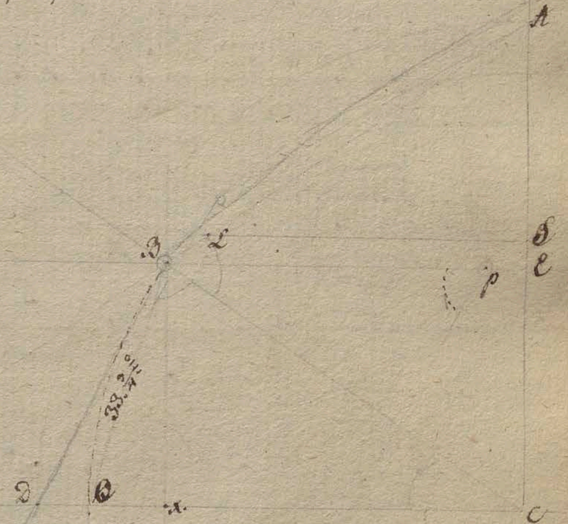
Można znaleść kąt β. przez wykreslenie lub rachunek

Przez wykreslenie Narysowawszy $\angle \alpha$., dawszy dlugosć krokwie AB daną d podług podziałki M i spuściwszy pionową AC. zrob podług podziałki N linią As = połowie cięzaru krokwy gorney t. i. $\frac{1}{2}dg$. – Rozłoż ten cięzar na 2 siły Az i AL. – Linia zA czyli Ls będzie miarą parcia poziomego na punkt A, w kierunku Az a zatem i parcia na punkt B w kierunku Bb. bo AL jako siła wzdłuż krokwy z rozkładu siły As powstała udzieli się punktowi B. robiąc więc Bc = AL ta rozłożona da Bb = Ls.

Na punkt B cisną dwa cięzary, pierwszy rowna się całemu cięzarowi krokwy gorney dg, zrob go podług podziałki N. rowny linii Bn; drugi pochodzi od połowy cięzaru krokwy dolney = $\frac{1}{2}d'g'$. zrob go = linii nh

Zrob Bp = Bb. poprowadź ph, i przez punkt B linią rownoległą Bg, day dlugosć BD = d'. poprowadź DC poziomą – kąt β tym sposobem znaleziony będzie szukanym.

Rownowaga tu będzie bo z rozkładu ciśnienia pionowego Bh. iakiego punkt doznaie, na 2 inne siły to iest w kierunku DB i Bp działaiące, pierwsza BD oporem punktu D zniszczoną zostaie – zas pozioma Bp wyrownywa w przeciwną stronę działaiący Bb a więc 2 siły zostaią w rownowadze punkt B będzie w spoczynku –



Przez rachunek Z daney dlugosci krokwy gorney d i kąta α, doydz przez rachunek wysokosci AE = w, oraz podstawy BE = a – będzie.

Ciśnienie As = $\frac{1}{2}dg$. pionowe.

$$Bb = \tfrac{1}{2}dg\,\frac{a}{w} \quad (\text{czyli } Bb = \tfrac{1}{2}dg.\cot.\alpha)$$

$$Bh = dg + \tfrac{1}{2}d'g'.$$

$$Bp = (dg + \tfrac{1}{2}d'g')\,\frac{a'}{w'} \quad (\text{czyli } Bp = (dg + \tfrac{1}{2}d'g')\cot.\beta.)$$

Lecz dla rownowagi potrzeba azeby było Bb = Bp. zatem

$$\tfrac{1}{2}dg\,\frac{a}{w} = dg\,\frac{a'}{w'} + \tfrac{1}{2}d'g'\,\frac{a'}{w'} \qquad \left(\text{czyli } \frac{dg\cot\alpha}{2} = \left(dg + \frac{d'g'}{2}\right)\cot\beta.\right)$$

z tego się wyciągnie

$$\frac{w'}{a'} = \frac{w}{a}\left(2 + \frac{d'g'}{dg}\right).$$

Że $\cot\beta = \frac{1}{\operatorname{tg}\beta}$ więc

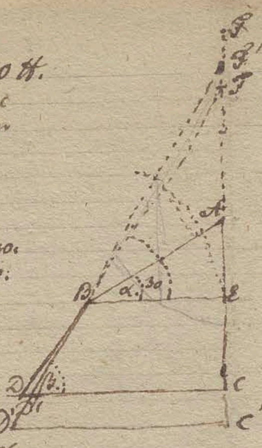
$$\operatorname{tg}\beta = \left(2 + \frac{d'g'}{dg}\right)\operatorname{tang}.\alpha.$$

49 – 2.5

Np $\partial=10$ stop. $\partial'=6'$; $g=40$ ℔.
$g'=50$ ℔. Kąt $\alpha=30°$. – więc
$\partial g=400$ ℔; $\partial' g'=300$ ℔. zatem
$\frac{\partial' g'}{\partial g}=\frac{3}{4}$. będzie więc

$tgt\,\beta = 2\frac{3}{4}\,tgt\,\alpha.$

Ponieważ AE iest $=\partial\,tgt\,\alpha$. przenieś więc AE razy $2\frac{3}{4}$ w górę od punktu E do F, poprowadź linią FBD. te będzie kierunkiem krokwy dolney day iey długość $BD=d'$, i kąt BDC będzie szukany i rowny β. – bo FE iest styczną kąta FBE $2\frac{3}{4}$ razy większą od AE iako styczney α.



Jezeliby ciężar i długość krokiew była iednakowa, to iest $\partial g = \partial' g'$ wtedy będzie

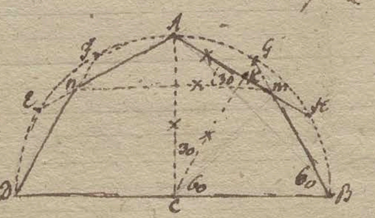
$tgt\,\beta = 3.\,tgt\,\alpha.$

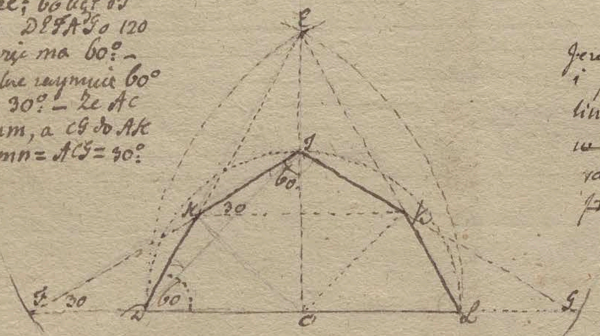
w tym razie przeniesłoby się AE razy 3 w gorę od E do F, poprowadziło FBD. i zrobiło BD=AB.

Jezeliby w takim razie kąt α był $=30°$ dany wypadłby kąt $\beta=60°$ bo styczna kąta $60°$ iest właśnie 3 razy dłuższą od styczney kąta $30°$.–

Uwaga Gdyby zamiast ściany AC, był z drugiey strony dach, to iest podobne krokwy dwie, wszystkie 4 krokwy zostałyby w rownowadze – bo ich ciśnienia w punkcie A wzaiemnie się zniszczą.

Chcąc mieć Mansard z wysokością rowną połowie szerokości o rownych i iednakowo ciężkich krokwach, podziel połkole na 6 rownych części, poprowadź cięciwy DF, EA, AK, GB; DnAKB będzie figurą dachu w rownowadze; bo kąt B ogarnia łuk DEFAG o 120 stopniach więc ma $60°$.– kąt GCB. także zaymuie $60°$ więc $ACG=30°$.– że AC iest $\perp^e$ do nm, a CG do AK więc kąt $Amn = ACG = 30°$.



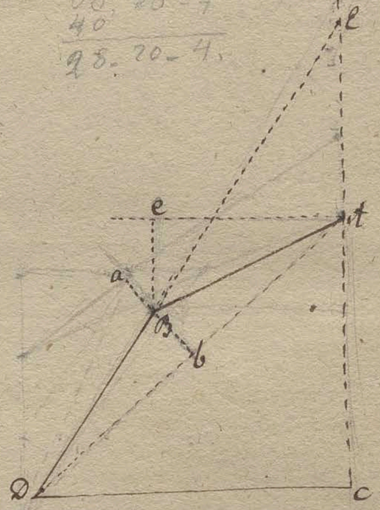


Lub też z punktow D. I. L. zakreśl łuki promieniem rownym całey szerokości DL. wynayduiesz punkta E. F. G. ktore łącząc z pierwszemi iak fig. okazuie, otrzyma się figurę dachu w rownowadze DKIkL. – 1° dla tego że krokwy będą rowne – bo w ΔΔ ICK. KCL. maią po 2 boki i kąt = się rowne zatem IK = KL. – 2° AC iest $=\frac{1}{2}$ IF więc kąt $F=30°$ = kątowi IKL. więc kąt $FIC=60°$ a z przystawania ΔΔ FIC. EDC. także kąt $KDC=60°$

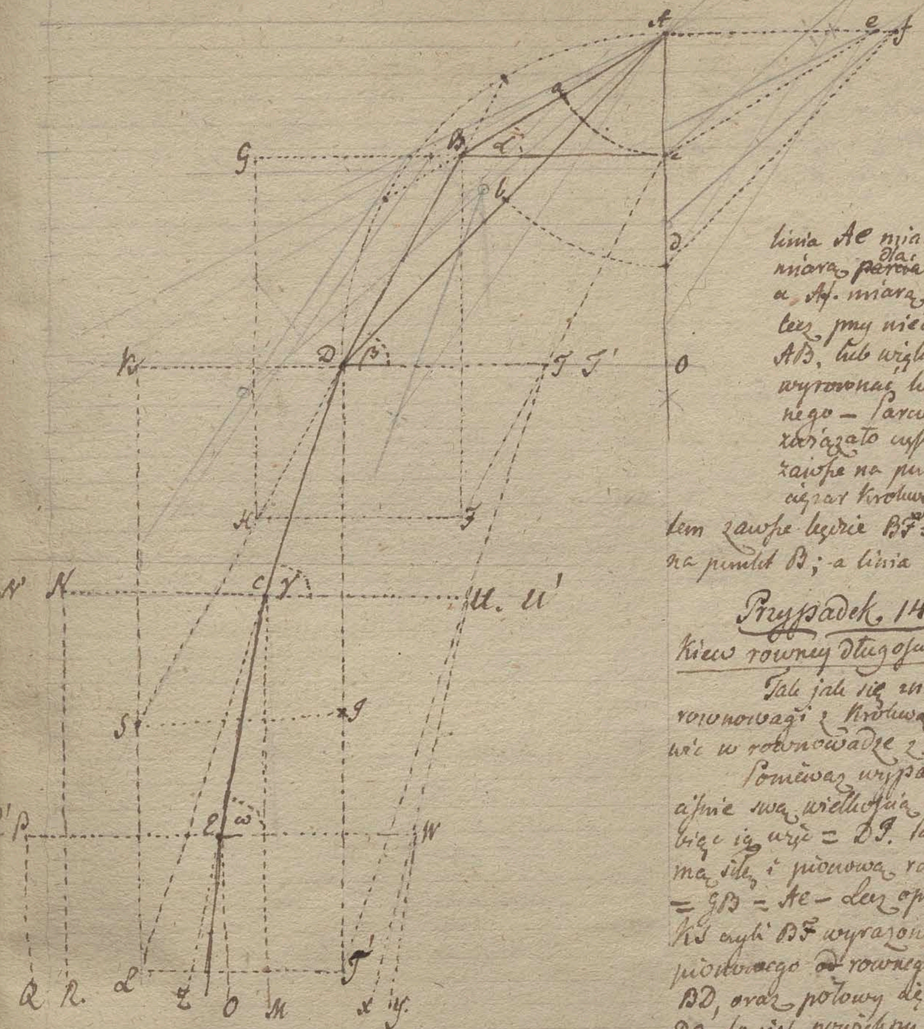
lgt 20 = 9,5610659
30 = 9,4771225
40 = 9,0381671 5
47–30–57
20
27–30

tgt 30 = 9,7614394
4771225
0,2385606 5 = 60–30=30.

40 = 9,9238135
4771225
0,4009347 5
68. 20–4
40
28. 20–4.



Jezeli dana iakakolwiek wysokość AC dla Dachu i szerokość DC, poprowadziwszy $\perp^a$ ab ze środka linii DA, i przez punkt A poziomą eA. bierz ~~w cyrkiel~~ odległość od punktow ~~B~~ ~~D~~ na linii ~~B~~ ab obranych od ~~E~~ linii Ae dopoty ~~ią~~ dopoki ~~nie~~ zmniey ~~szaiąc~~ otwartość cyrkla zmnieyszaiąc lub powiększaiąc dopoki nie napadniesz na taką odległość eB ktorą dwa razy przeniesioną w gorę od A do E ~~nie oba~~ punkta EB i D nie będą w linii prostey.



Porownanie parcia dachow Mansardowych a zwyczaynych.

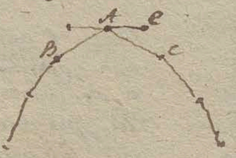
Zrobić można przez wykreslenie: Dwie Krokwy AB. BD w rownowa: dze będące biorąc ich długość za po: dział ciężarn, będzie połowa dłu: gości Krokwy AB t.i. Ae = Aa miarą siły pionowey na punkt A, zatem linia Ae miarą iey parcia – Podobnie Ad = Ab = $\frac{AD}{2}$ miarą dla parcia Krokwy prostey ciężenia na punkt A a Af. miarą parcia – Jest ono nieco większe od Ae lecz przy nieco płaszczyszem położeniu Krokwy AB, lub większey długości może parcie Mansardo wyrownać lub przewyższyć parcie dachu zwyczay nego – Parcie to nie zmnieyszy się chociażby się zarażało usz gorną mansardy rozporką Bc. bo zawsze na punkt B Krokwy DB cisnąć będzie cały ciężar Krokwy AB, i połowa Krokwy DB. – a za: tem zawsze będzie BF = BA + ½ BD ciśnieniem pionowym na punkt B; – a linia BS. wyrażeniem parcia rownego Ae.

Przypadek 14 Ustawić kilka lub więcey Kro: kiew rowney długości i ciężaru na sobie w rownowadze.

Tak jak się znalazło kierunek Krokwy DB dla rownowagi z Krokwą AB., tak można trzecią DC usta: wić w rownowadze z dwoma AB, BD, a to tak;

Ponieważ wypadkowa BA z dwoch sił BS i BF ciśnie swą wielkością w kierunku BD na punkt D, roz: biega się więc = DJ. ta się rozłoży podobnież na DK pozio mą siłę i pionową rowną KS. – pozioma więc DK będzie = GB = Ae – lecz oprocz ciśnienia pionowego linią KS czyli BF wyrażonego punkt D dozna jeszcze ciśnienia pionowego od rownego połowie ciężaru dolney Krokwy BD, oraz połowy ciężaru gorney Krokwy następney DC, to iest powiększy się o ciężar iedney Krokwy = D Robiąc więc DJ' = ciężarowi Krokiew AB + BC + ½ CD to iest = 2½ dg. i dopełniając rownoległoboku, linia DL będzie kierunkiem Krokwy DC a razem miarą ciśnienia w tymże kierunku na punkt D, udzielaiącego się z kolei punktowi C. – Że Krokwa DC w rownowadze będzie, to z tąd widać że rozkładaiąc DJ' na poziomą DJ i wertykalną DL. ta ostatnia zniszczona będzie oporem punktu D, zas pierwsza stanie się rowną DJ', a zatem KD. – punkt więc D rownemi siłami prze ciwległemi KD, DJ party zostanie w spoczynku. – Następnie punkt C doznaiąc ciśnienia od gornych kro: kiew AB. BD, CD w kierunku CL, wyrażonego przez linią DL. będzie więc party w lewo siłą CN rowną KD zas pionowo siłą CM = DJ', lecz oprocz tego ciśnie nan pionowo połowa dolna Krokwy CD, i gorna Krokwy następney CE. zatem całe ciśnienie pionowe byłoby ro: wne 3½ dg. szukaiąc wypadkowey CZ dla tych dwoch sił to iest CN = Ae i CM to iest = 3½ dg, ta wskaże kie: runek Krokwy CE, partey podobnież w prawo siłą CU rowną CN. &c:

Z tego układu widziemy 1° że każden z punktów sty-
kania się krokwiów ABCDE. iest party zewnątrz równie
iak wewnątrz siłą poziomą równą Ae. 2° Jest
pionowo uciśniętym ciężarem krokwiów nad sobą
stojących + połową ciężaru górną następnej, a za-
tem że te ciśnienia stanowią szereg liczb $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$
$3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$ itd: – 3cie że gdyby
zamiast się po drugiey stronie
symetrycznie podobnie krokwy
ustawiło. punkt A wierzchoł-
kowy byłby także party w stro-
ny przeciwne siłą = Ae. –



Że pod tym tylko warunkiem równowaga
mieć może miejsce łatwo sobie ~~tem~~ wystawić, przy-
puszczając że jeżeliby np punkt E miał być par-
tym siłą większą od EP np EP'. krokwa CE na
punkt C wywierałaby podług przypadku 1° ci-
śnienie CU' = EP' to jest większe od CU, – Zatem
dla równowagi potrzebaby znowu ażeby CN' było
równe CU', z tąd by znowu parcie na punkt D mu-
siało być DT' = CN'. – a z kolei i parcia DK BC
GB, AE, każde równać się ciśnieniu EP'. –

$$\text{Ponieważ } Ae = Ac \cot\alpha = \frac{\frac{1}{2}\partial}{tg\,\alpha} = BG$$

$$Bc = BF \cot\beta = \frac{1\frac{1}{2}\partial}{tg\,\alpha.}$$

$$DT = DT' \cot\gamma = \frac{2\frac{1}{2}\partial}{tang\,\gamma}$$

$$CU = CM \cot\omega = \frac{3\frac{1}{2}\partial}{tg.\,\omega} \text{ itd:}$$

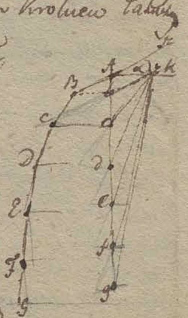
A ponieważ $AE = BG = BC = DT = UC$ itd więc też będzie

$$\frac{\frac{1}{2}\partial}{tg\,\alpha} = \frac{1\frac{1}{2}\partial}{tg\,\beta} \text{ więc } tg\,\beta = tg\,\alpha\,\frac{1,5}{0,5} = 3\,tang\,\alpha.$$

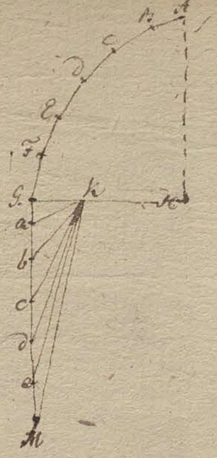
$$\frac{0,5}{tg\,\alpha.} = \frac{2,5}{tg.\,\gamma} \text{ więc } tg.\,\gamma = \frac{2,5}{0,5}\,tg\,\alpha = 5\,tang\,\alpha$$

$$\frac{0,5}{tg.\,\alpha} = \frac{3,5}{tg\,\omega} \text{ więc } tg\,\omega = \frac{3,5}{0,5}\,tg\,\alpha = 7.\,tg.\,\alpha. \text{ itd:}$$

Z tego widać że styczne kątów dla krokwiów następnie
po sobie idących być winny w stosunku = 1:3:5:7:9
To podaie sposób kreślenia składu krokwiów tabli-
cy 1.i. Nakreśliwszy kąt KAK jako pierwsza
krokwa robić winna z poziomem i
oznaczywszy długość tey pierwszey krokwy
AB. zrób Ab = $\frac{1}{2}$ AB. jako połowie cię-
żaru krokwy (: ~~krokwy~~ długość za ciężar ro-
bić biorąc:) zrób bc = cd = de = ef = eg
też równe 2 Ab. poprowadziwszy przez
punkt b równoległą do AB. ta prze-
tnie poziomą Ak w punkcie Z. – Potym
prowadź linie Za, Zb, Zc, Zd, Ze itd.
i przez punkta B.C.D.E.F.G. itd prowadź
do nich równoległe z kolei, odbiorąc te
linie BC, CD, DE, EF itd równe AB.; kąty takie kro-
kwy AB, BC, CD. DE, EF itd: z poziomem robią są równe ką-
tom AZb, AZc, AZd, AZe, AZf, itd: których styczne Ab
Aa, Ac, Ad, Ae itd są w stosunku jak 1:3:5:7:9. itd:

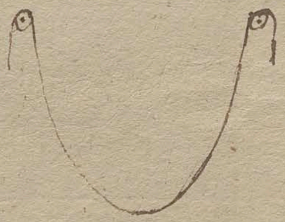


J przeciwnie ieżeliby kąt iaki spodnia krokwa z poziomem robić winna był danym to iest kąt FGH, oraz dana długość krokwiów = GF. ~~na linii~~ oraz dana ilość krokwiów maiących się ustawić w równowadze np 6. poprowadź pionową GM i na niey odetnij Ga = ½ GF, ab = GF bc = cd = de = eM = GF. poprowadź Mk równolegle do GF., połącz punkt k z punktami a b c d e, zrób FE równoległą do ke; ED do kd; DC do kc; CB do kb; BA do ak – daią i któl. długość krokwiom iednaką to iest równą GF. –



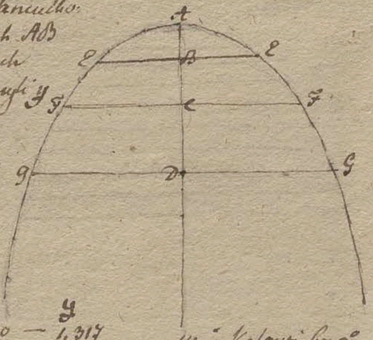
Gdyby się wzięło kąt FGk = 67½° to iest GMk = 22½° wypadnie AH = GH, to iest wysokość dachu byłaby równą połowie szerokości – ieżeli zaś ∠FGk = 59° wypadnie AH = ⅜ GH – –

Uwaga Jeżeliby się przypuściło krokwy nieskończenie małe, lub równe ogniwom łańcucha, linia krzywa przez punkta ich spotykan poprowadzona nosić będzie nazwisko łańcuchowey – bo będzie zupełnie taką iaką otrzymać można przewieszuiąc wolno łańcuch lub sznur giętki – i tylko by szło o obrócenie linii tey wygiętości iego w górę. –



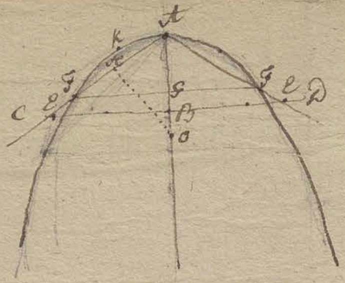
Użycie linii łańcuchowey w budownictwie iest dla dachów zamiast krokwiów maiących obłąki z łaśać – dla sklepień – itd:-

Do użytku praktycznego można rysować linią łańcuchową za pomocą odciętych AB AC. AD. czyli x i rzędnych odpowiednych BE. CF czyli y x podług następuiącego wyrachowania. –



Wręż kątowi 67,5° odpowiada x = y. to iest AD = GD.

Kąt	x	y	Kąt	x	y
0	0,000 –	0,000	60	1,000 –	1,317
5	0,004 –	0,087	65	1,366 –	1,506
10	0,015 –	0,175	67,5	1,613 –	1,615
15	0,035 –	0,265	70	1,924 –	1,735.
20	0,064 –	0,356.	75	2,864 –	2,028
25	0,103 –	0,451	80	4,759. –	2,436
30	0,155 – –	0,549	85.	10,474 –	3,131.
35	0,221 – –	0,653			
40	0,305 – –	0,763			
45	0,414 – –	0,881			
50	0,556 –	1,011			
55	0,748. –	1,154			



W Ciesiołce użyć linii łańcuchowey iest żadne bo będzie w wierzchołku nadto wygięta, a ~~przy po~~: ~~czątku~~ w końcach nie może nigdy bez wzdo: cznego kąta łamania łączyć się z pionowością ścian, dla kręgów skle: pień drewnianych używaną być nie może – lecz być może w Gospodarskich budowlach użytą dla dachów ~~kręgowych~~ obłękowych, bo w tych o piękność nie idzie –

~~Lecz~~ Że obłuk kolisty iest naypięknieyszym a na: dewszystko w praktyce dla łatwości swego wykreślenia powszechnie używanym – chcąc więc go użyć w spo: sob aby równowaga między częściami iego była u: trzymaną, [które się przyparciu iedney grubości: tylko] potrzeba ażeby miał taką grubość iżby się w niey linia łańcuchowa nie występując inędzie wykreślić dała, i tak np:

Mamy zrobić obłuk kolisty mający mieć wyso: kość = $\frac{1}{3}$ z szerokości – Przez punkt B gdziekolwiek na osi obrany poprowadź poziomą CD, zrób BE = BE = $1\frac{1}{2}$ AB zatem będzie AB = $\frac{1}{3}$ EE, poprowadź proste AE, AE, te przetną linię łańcuchową w punktach F. F. prowa: ~~dź FF.~~ ~~będzie~~ więc AG będzie także = $\frac{1}{3}$ FF. – Ze środ: ka linii FA poprowadź ⊥ AO. Z punktu O promie: niem OA zatocz łuk; z tegoż punktu O promieniem OK ~~naybliższym~~ nayszerszym ~~do~~ od linii łańcuchowey uważając, zatocz drugi obłęk; Dwa obłęki tak nakreślone ~~być~~ będzie szerokość dla deszczek z których nabrano ie robić naymnieyszą, tem im ich dany większy tem lepiey – czego przyczynę mówiąc o sklepieniach zobaczemy –

O Rownowadze prętow na sobie ustawiaiących

Ustawiwszy pręty AB. BC. CD. DE. iedney długości i iednakiego ciężaru a na sobie w rownowadze. Też same pręty biorąc po 2. 3. 4 itd razem będą wywierać takie same parcie w punktach spotykania się, iakie wywiera pręt AB. w punkcie A.

Robiąc bF = 3 Ab. i BC = AB. te dwa pręty ktorych z osobna ciężar przez a wyrazimy będą iak wiemy w rownowadze.—

Uważaiąc te 2. pręty za iedną całość nie mogącą się w punkcie B prostować lub krzywić, parcie od nich pochodzące będzie rowne parciu iakie pręt AB wywiera na punkt A— J takie samo będą wywierać parcie 3 pręty AB, BC, CD za iedną całość brane na punkt D; i takie samo wszystkie 4 pręty AB BC CD ED na punkt E itd:—

O tem się przekonać można graficznie to iest przez wykreślenie— lub przez rachunek:

Ponieważ ciężar prętow iest proporcjonalny ich długości, długość więc ich weźmiemy za podziałkę ciężarow i ciśnień.

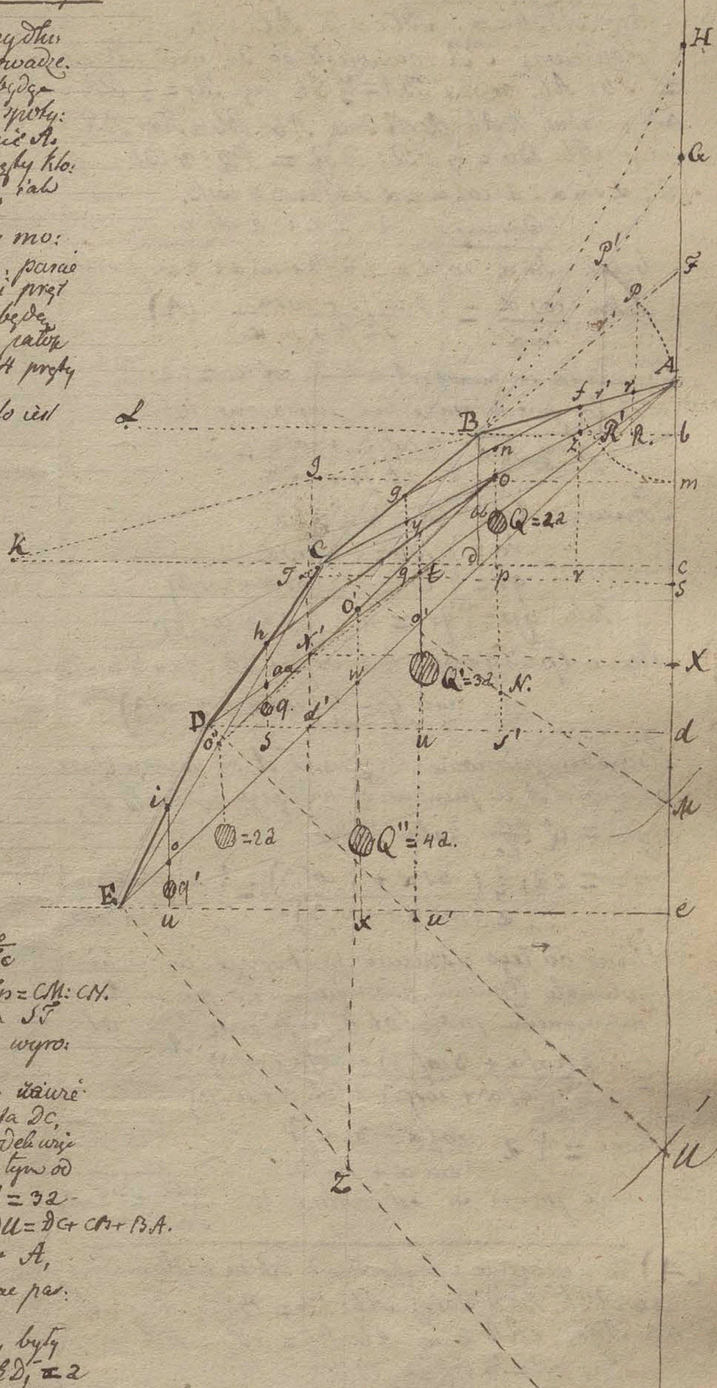
Robiąc więc $Am = \frac{1}{2} AB = \frac{1}{2} a$, będzie linia Am wyrażać ciśnienie pionowe na punkt A, a zatem linia mJ będzie wyrażać parcie iey na tenże punkt A, a zatem i parcie poziome w każdym punkcie B. C. D. E. — iak wiemy.—

Wziąwszy punkta g f w srodku prętow BC, AB, i uważaiąc ie za srodki ciężkości; srodek ciężkości obu prętow będzie w punkcie n to iest w połowie linii gf łączącey punkta g f — Zrobmy Q = 2a to iest ciężarowi obu prętow i uważaymy go iakoby w punkcie n był zawieszony, lub co iedno w punkcie o wziętym na pionowey no na linii CA—

Ciężar więc Q wywrze ciśnienie pionowe na punkt A $= Q \frac{Co}{CA}$ czyli co iedno $= Q \frac{Cp}{Cc}$ $= Q \frac{Cp}{Cc}$ — Zrobmy CM = Q = AB + BC. będzie Cc : Cp = CM : CN. zatem $CN = Q \frac{Cp}{Cc}$. Zrobmy AS = CN. pozioma SJ będzie wyrażać parcie poziome na punkt C wyrownywaiące mJ.

Poprowadź DA. i uważay iakoby na niey zawieszone były 2 ciężary ieden q rowny ciężarowi pręta DC, drugi Q rowny ciężarowi prętow CB + BA.— Srodek więc ciężkości między niemi będzie w punkcie t odległym od aa o $\frac{2}{3}$ linii aa, bb. Uważaiąc więc ciężar Q' = 3a iakoby w punkcie t był zawieszonym, zrob DU = DC + CB + BA. będzie DU wyrażać ciśnienie pionowe na punkt A, zrob go = linii AX. będzie linia XX' wyrażać parcie ktore i tu będzie = mJ.—

Poprowadź AE. i uważay iakby na niey były zawieszone 2 ciężary ieden q' rowny prętowi ED, = a drugi Q' = 3a. podziel oo' w stosunku iak 1 : 3. to iest robiąc $o'w = \frac{1}{4} o'o$. punkt więc w będzie srodkiem ciężkości wszystkich 4^{ch} prętow, ktorych ciężar = Q'' = 4a uważać można iakoby w tymże punkcie w wiszący. Zrob EW = 4a = AB + BC + CD + DE. będzie EZ wyrażeniem ciśnienia pionowego na punkt A, zrob go rownym linii Ad.— będzie dd'' wyrażać parcie, ktore podobnież będzie = mJ.



Gdyby się uważało 2 pręty AB, BC za iedną całość, a 2 drugie CD, DE za drugą całość — srodki ciężkości ich byłyby w o. o.'' a srodek ciężkości wszystkich czterech w o' zupełnie w pion nad punktem W. zatem i tu parcie zawsze było rowne mJ.—

Przez rachunek

kąt $ABb = \alpha$. $BCc = \beta$. $ACc = \delta$.

Ponieważ PR równoległe do Fb. więc $PR : Rr = Fb : Ab$. ze zaś $BA = \frac{1}{3} Fb$ więc $Rr = \frac{1}{3} PR$

$\Delta\Delta$ podobne BAb BrR daią $Ab : Bb = Rr : BR$.

więc $Ab : Bb = \frac{1}{3} PR : BR = PR : 3\,BR$. czyli. $a \sin\alpha : a \cos\alpha = \alpha \sin\beta : 3\,a\cos\beta$.

dodaiąc ... $a \sin\alpha : a\cos\alpha$.

będzie $\sin\alpha : \cos\alpha = \sin\beta + \sin\alpha : 3\cos\beta + \cos\alpha$

Zatem $\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{3\cos\beta + \cos\alpha}{\sin\beta + \sin\alpha}$. (A)

Ze Parcie na punkt $A = \frac{1}{2} a \cot\alpha. = \frac{1}{2} a \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$

więc to parcie może bydź wyrażone także i

przez $\frac{1}{2} a \; \frac{3\cos\beta. + \cos\alpha}{\sin\beta + \sin\alpha}$.

Ponieważ $Cq = \frac{1}{2}\, Cd = \frac{1}{2}\, a\cos\beta$.

$r\alpha = \frac{1}{2}\, Bb = \frac{1}{2}\, a \cos\alpha$

$qr = \frac{1}{2}\, Cc = \frac{1}{2}\, a(\cos\alpha + \cos\beta)$

zatem $qp = \frac{1}{2}\, qr = \frac{1}{4}\, a(\cos\alpha + \cos\beta)$.

Będzie $Cp = Cq + qp = \frac{1}{2}\, a\cos\beta + \frac{1}{4}\, a\cos\alpha + \frac{1}{4}\, a\cos\beta$.

czyli $Cp = \frac{a}{4}(\cos\alpha + 3\cos\beta)$

ciśnienie pionowe na punkt A od ciężaru $Q = 2a$ na linii CA w punkcie o wiszącego będzie $= Q\,\frac{Co}{CA}$ czyli $= Q\,\frac{Cp}{Cc}$ zatem będzie

$$= 2a.\frac{\frac{a}{4}(\cos\alpha + 3\cos\beta)}{a(\cos\alpha + \cos\beta)} = \frac{1}{2}\, a\frac{(\cos\alpha + 3\cos\beta)}{\cos\alpha + \cos\beta}.$$

Parcie od tego ciśnienia pochodzące będzie się równało ciśnieniu pionowemu na punkt A pomnożonemu przez $\cot\delta$. czyli przez $\frac{Cc}{Ac}$ zatem

$$= \frac{1}{2}\, a\frac{(\cos\alpha + 3\cos\beta)\; a(\cos\alpha + \cos\beta)}{(\cos\alpha + \cos\beta)\; a(\sin\alpha + \sin\beta)}$$

więc $= \frac{1}{2}\, a\; \frac{\cos\alpha + 3\cos\beta}{\sin\alpha + \sin\beta}$.

więc parcie to iest równe $\frac{1}{2}\, a\, \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{1}{2}\, a\cot\alpha$

(A) To wyrażenie z wykreślenia tak się wytłomaczy:

$\Delta\Delta$ ABb. BKd daią: $Ab : Bb = Bd$ (czyli PR) : dK

$\Delta\Delta$ AbB, rRB daią $Ab : Bb = rR : BR$ czyli Cd.

zaś $rR = \frac{1}{3}\, BR = \frac{1}{3}\, Bd$.

więc będzie — $Ab : Bb = \frac{1}{3}\, Bd : Cd = Bd : 3\delta$

więc $dK = 3\,Cd. = 3\,a\cos\beta$.

$\Delta\Delta$ ABb., AKc daią $Ab : Bb = Ac : cK$ zatem

$a\sin\alpha : a\cos\alpha = a(\sin\alpha + \sin\beta) : 3a\cos\beta + a\cos\alpha$.

zatem $\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{3a\cos\beta + \cos\alpha}{\sin\alpha + \sin\beta}$.

Uważaiąc 3 pręty AB BC CD iedną nierozdzielną całość stanowiące, i nazwawszy kąt CDd = γ. ponieważ CD powinno być równoległe do BG, styczna kąta γ być winna = 5 styc. α. zatem bG = 5Ab. będzie więc r'R' = $\frac{1}{5}$ RP'. – że BP' = AB = a więc P'R = a sin γ. BR' = a cos γ.

ΔΔ BAb. Br'R'. dają Ab : Bb = r'R' : BR'.

Ab : Bb = $\frac{1}{5}$ P'R' : BR' czyli
= P'R' : 5BR'

a sin α : a cos α = a sin γ : a 5 cos γ.

Że w poprzedzającym przypadku było

sin α : cos α = sin α + sin β : cos α + 3 cos β.

więc dodając będzie:

$$\sin\alpha : \cos\alpha = \sin\alpha + \sin\beta + \sin\gamma : \cos\alpha + 3\cos\beta + 5\cos\gamma.$$

więc
$$\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{\cos\alpha + 3\cos\beta + 5\cos\gamma}{\sin\alpha + \sin\beta + \sin\gamma}.$$

Cp podług poprzedzającego przykładu iest = $\frac{a}{4}(\cos\alpha + 3\cos\beta)$

De = a cos γ. = $\frac{a}{4}\, 4\cos\gamma$. więc

$Ds' = Cp + De = \frac{a}{4}(\cos\alpha + 3\cos\beta + 4\cos\gamma)$

Od tego odciągaiąc Ds które = $\frac{1}{2} a\cos\gamma$. = $\frac{a}{4}\, 2\cos\gamma$.

będzie $ss' = \frac{a}{4}(\cos\alpha + 3\cos\beta + 2\cos\gamma)$. = $\frac{a}{6}(3\cos\gamma)$

Ponieważ su być winno = $\frac{2}{3}$ ss' więc

$$su = \frac{a}{6}(\cos\alpha + 3\cos\beta + 2\cos\gamma)$$

Dodając Ds będzie $Du = \frac{a}{6}(\cos\alpha + 3\cos\beta + 5\cos\gamma)$

Ciężar Q' = 3a ciśnie pionowo na punkt A w stosunku $\frac{Dt}{DA}$ czyli $\frac{Du}{Dd}$ więc to ciśnienie pionowe

$$R = Q'\frac{Du}{Dd} = \frac{3a \times \frac{a}{6}(\cos\alpha + 3\cos\beta + 5\cos\gamma)}{a(\cos\alpha + \cos\beta + \cos\gamma)}$$

$$= \frac{1}{2}a\left(\frac{\cos\alpha + 3\cos\beta + 5\cos\gamma}{\cos\alpha + \cos\beta + \cos\gamma}\right)$$

Parcie od tego ciśnienia pochodzące będzie:

$$S = R\frac{Dd}{Ad} = \frac{\frac{1}{2}a(\cos\alpha + 3\cos\beta + 5\cos\gamma)\, a(\cos\alpha + \cos\beta + \cos\gamma)}{(\cos\alpha + \cos\beta + \cos\gamma)\, a(\sin\alpha + \sin\beta + \sin\gamma)}$$

$$S = \frac{1}{2}a\,\frac{\cos\alpha + 3\cos\beta + 5\cos\gamma}{\sin\alpha + \sin\beta + \sin\gamma}.$$

lecz
$$\frac{\cos\alpha + 3\cos\beta + 5\cos\gamma}{\sin\alpha + \sin\beta + \sin\gamma} = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

więc $S = \frac{1}{2}a\,\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{1}{2}a\cot\alpha$.

Biorąc wszystkie 4 pręty za całość, i ciężar Q w o zawieszony, a ciężar Q''' w punkcie w, będzie:

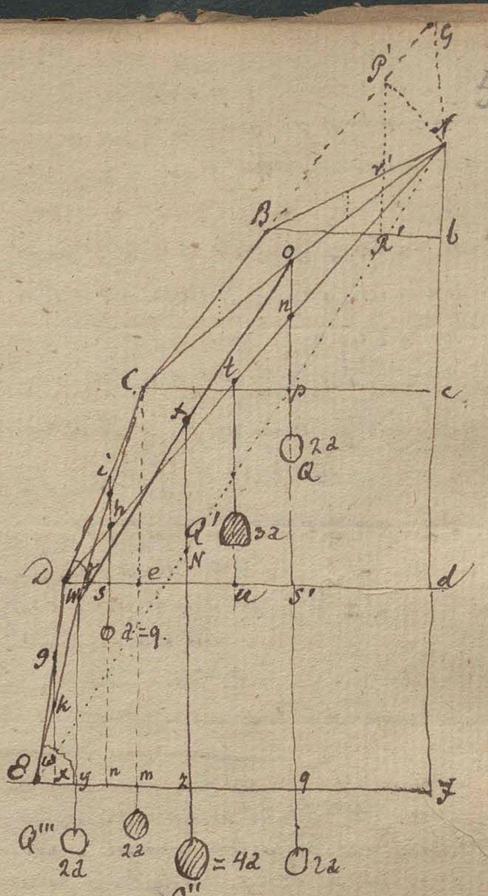
$Ex = \frac{1}{2}a\cos\omega$. $se = \frac{1}{2}a\cos\gamma. = nm$

$Em = a(\cos\gamma + \cos\omega)$

$xn = Em - Ex - nm = \frac{a}{2}(2\cos\gamma + 2\cos\omega - \cos\omega - \cos\gamma)$

$= \frac{a}{2}(\cos\gamma + \cos\omega)$

$xy = \frac{1}{2}xn = \frac{a}{4}(\cos\gamma + \cos\omega)$



$Ey = Ex + xy = \frac{a}{4}(\cos\gamma + 3\cos\omega)$

$Em = a(\cos\gamma + \cos\omega) = \frac{a}{4}(4\cos\gamma + 4\cos\omega)$

$ym = Em - Ey = \frac{a}{4}(4\cos\gamma + 4\cos\omega - \cos\gamma - 3\cos\omega)$

$= \frac{a}{4}(3\cos\gamma + \cos\omega)$.

$mq = Cp = \frac{a}{4}(\cos\alpha + 3\cos\beta)$ w poprzed: przypadku

$yq = ym + Cp = \frac{a}{4}(\cos\alpha + 3\cos\beta + 3\cos\gamma + \cos\omega)$

$yz = \frac{1}{2}yq = \frac{a}{8}(\cos\alpha + 3\cos\beta + 3\cos\gamma + \cos\omega)$

$Ez = Ey + yz = \frac{a}{8}(\cos\alpha + 3\cos\beta + 5\cos\gamma + 7\cos\omega)$

Ciśnienie pionowe na punkt A będzie $R = Q'' \frac{En}{AE} = Q'' \frac{Ez}{EF}$.

zaś parcie $S = R \frac{EF}{AF}$ więc $S = Q'' \frac{Ez}{AF}$. to jest

$S = 4a \times \frac{a}{8} \frac{(\cos\alpha + 3\cos\beta + 5\cos\gamma + 7\cos\omega)}{\sin\alpha + \sin\beta + \sin\gamma + \sin\omega}$.

$S = \frac{1}{2}a \left(\frac{\cos\alpha + 3\cos\beta + 5\cos\gamma + 7\cos\omega}{\sin\alpha + \sin\beta + \sin\gamma + \sin\omega}\right)$

Ze iloczyn między nawiasami $= \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$

więc $S = \frac{1}{2}a \cot\alpha$.

Uważając pręty dwa spodnie osobno, a osobno dwa górne, te zostaną w równowadze w punkcie C – bo parcie od prętów górnych w lewo jest $= \frac{1}{2}a \cot\alpha$. zaś parcie dwóch dolnych w prawo znajdzie się tak:

Ciężar Q''' będzie ciśnął pionowo na punkt C iż: $Q''' \frac{Ey}{Em}$. oprócz tego na punkt C ciśną pionowo oba pręty górne $= Q = 2a$ więc całe ciśnienie pionowe na punkt C będzie równe $Q + Q''' \frac{Ey}{Em} = 2a + 2a \frac{Ey}{Em} = R$. –

a parcie poziome w prawo będzie $S = R \frac{Em}{Cm}$ więc

$S = \left(2a + 2a \frac{Ey}{Em}\right) \frac{Em}{Cm} = 2a \left(\frac{Em}{Cm} + \frac{Ey}{Cm}\right)$

$= 2a \frac{Em + Ey}{Cm}$.

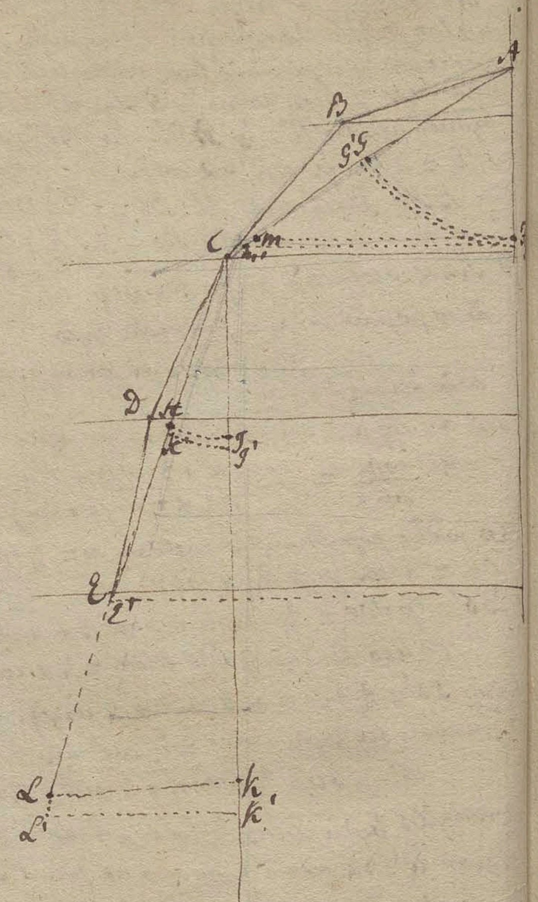
$S = 2a \times \frac{a}{4} \frac{(4\cos\gamma + 4\cos\omega + \cos\gamma + 3\cos\omega)}{a(\sin\gamma + \sin\omega)}$.

$S = \frac{1}{2}a \frac{5\cos\gamma + 7\cos\omega}{\sin\gamma + \sin\omega}$.

ze iloczyn między nawiasami $= \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$

$S = \frac{1}{2}a \cot\alpha$. – więc będzie równowaga.

Uwaga. Chociaż pręty AB i BC oraz CD i DE podług tych przypuszczeń obciążające pręty łączące AC, CE. – nie idzie przecież stąd, żeby pręty AC i CE uważane za ciężkie w stosunku swej długości; ani nawet co do ciężaru równe nad pobliżonym AB + BC i CD + DE. zostawały w równowadze bo w tych obu przypuszczeniach zawsze parcie pręta AC będzie większe od parcia pręta CE. więc się zawrzeć w punkcie C usunąć by musiały – o tem się najlepiej przekonać przez wykreślenie. – Ani nawet robiąc pręt CE = AC. nie będzie równowagi. – i parcie pręta AC będzie większe od parcia pręta CE.



Pręty AC i CE nie zostaną w równowadze uważając je ciężkie w stosunku przy długości, bo robiąc $AF = \frac{1}{2}AC = \ldots$ będzie parcie wyrażone przez linię m…

2ie Sołowa ciężaru pręta CE. to jest CK przeniesiona na pionową Ck, od punktu C w punkt I. – oraz linia CA przeniesiona od punktu I do K. – więc całe pionowe obciążenie punktu C będzie równe linii Ck. od którego parcie będzie wyrażone przez linię Lk która pokaże być mniejsze od Fm. –

Także [illegible] AG = AB. = AF' by parcie = linii F'm'. – Niemniej biorąc = CD = CI'. oraz I'K' = AB + BC, będzie linia L'K' wyrażeniem parcia które z wykreślenia wypadnie ~~większe~~ mniejsze od F'm'. – Podobnież się okaże robiąc CE' = AC. i uważając obie te linie równie ciężkie –

__Zadanie__ Ustawić kilka prętów iedney cięszkości i długości w rownowadze pod roznemi kątami, iednakże tak azeby wierzchnia miała połozenie poziome. i azeby pierwsza z gory robiła z poziomem kąt dany α.: Nazwiemy cięzar każdego pręta przez q.

Punkt B będzie obciązony połową dwoch prętow AB i BC zatem cięzarem q. Zrobimy go rowne Bc. i rozłozymy na dwie siły horyzontalną $BS = q \cdot \cot\alpha$. i wzdłuz pręta na punkt C cisnącą rowną linii cS.–

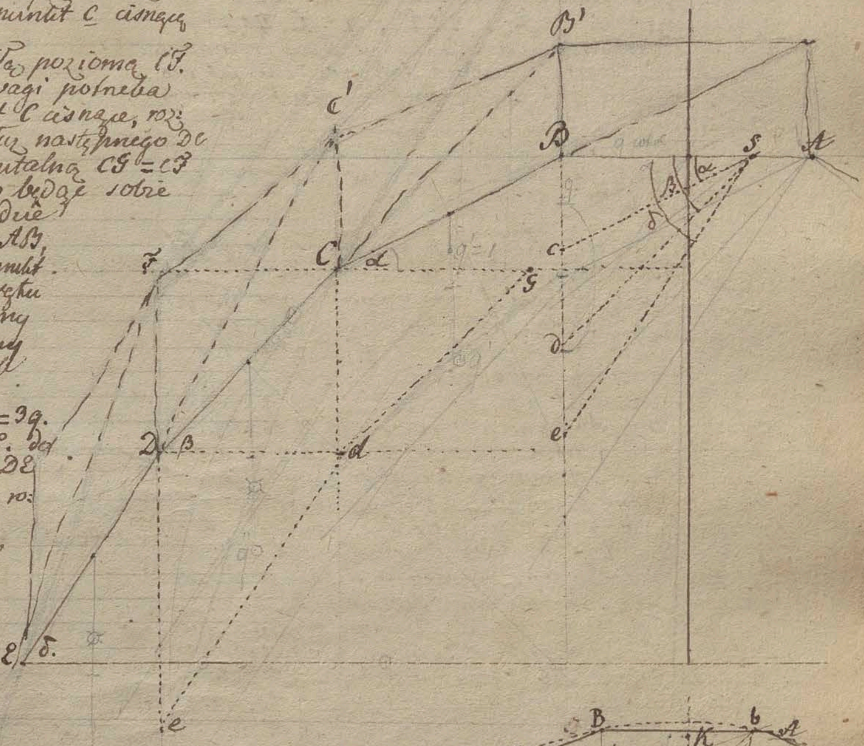
Będzie więc punkt C party siłą poziomą CF. rowną BS. Poniewaz dla rownowagi potrzeba azeby ciśnienie pionowe na punkt C cisnące, rozłozone na horyzontalną siłę i wzdłuz następnego DC pręta cisnące, wydało siłę horyzontalną $CG = CF$ Podług zaś zadania cięzary prętow będą sobie rowne i $= q$.. na punkt więc C będzie cisnąć pionowo 1° połowa prętu AB, bo druga iego połowa ciązy na punkt. A; 2° pręt BC; 3° połowa prętu DC– zatem razem cięzar $2q$. Zrobimy go $= Cd$. Do linii Gd poprowadzimy rownoległą CD. i daymy iey długość $= AB. = BC$.– otrzyma się kąt β.

Podobnie robiąc $Dd = BS$. a $De = 3q$. to iest cięzarow $\frac{1}{2} \cdot AB + BC + CD + \frac{1}{2} DE$. do linii De poprowadzona rownoległa DE będzie kierunkiem pręta następnego, robiącego z poziomem kąt δ.–

Przez punkt S prowadząc ||° Sd, Se, do CD. DE. poniewaz $BS = CG = Dd$ będzie też $Bd = Cd$, $Be = De$.

Ze kąty BSc BSd BSe są $= \alpha, \beta, \delta$. a $Bd = 2Bc$, $Be = 3Bc$ zatem $Bc = cd = de = q$. Nadto też linie Bc, Bd, Be, są stycznemi kątow α, β, δ. względem BS wziętey za promień; kąty więc $\alpha : \beta : \delta = \text{tg}\,\alpha : 2\,\text{tg}\,\alpha : 3\,\text{tg}\,\alpha$. etc.

Linią tancuchową czyli skład prętow można znaleść kolejno dopełniając rownoległobokow $AB'C'C$; $CC'FD$. etc: i prowadząc przekątnie



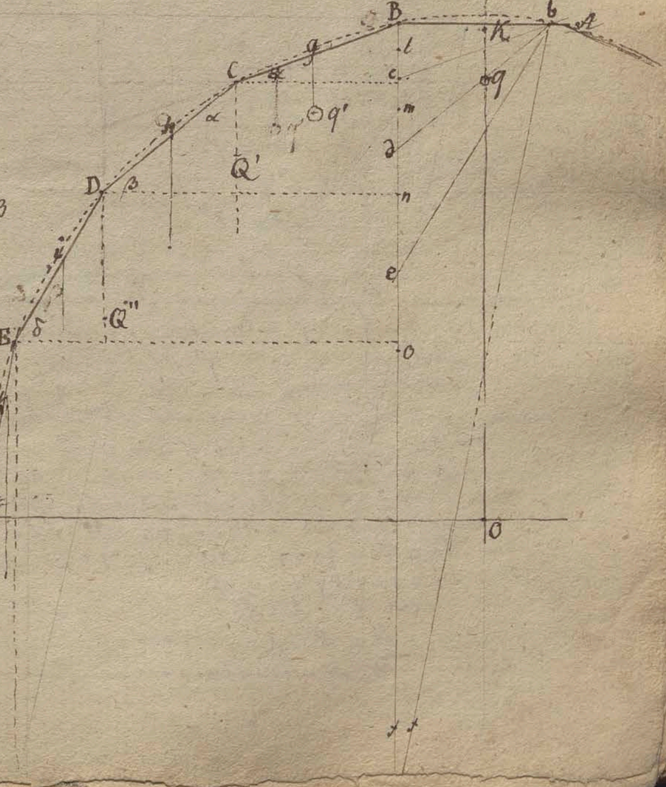
__Zadanie__ Ustawiwszy pręty iednakowey (lub rozney) długości: pod danemi kątami 0, α, β, δ. naprzykład stanowiące wielobok w koło wpisany, znaleść iaki te pręty winny mieć cięzar aby zostawały w rownowadze– Iest tu nadto dany cięzar pręta AB wierzchniego poziomego $= q$. i cięzar pręta $BC = q'$.

Ieżeli wielobok ma być 9° bokiem regularnym w połowie okręgu wpisanym, ktorego połowę stanowią pręty KB, BC. CD. DE. EF. będzie kąt $\alpha = 20°$. $\beta = 40°$, $\delta = 60°$. $\gamma = 80°$.

{bo kąt $gOk = BCc$ bo gO, Ok są prostopadłe do CB, Cc, a kąt $gOk = 20°$. także innych

Zrob $Bc = \frac{1}{2} q + \frac{1}{2} q'$. poprowadz cb rownoległą do CB. i przez punkt b, rownoległe bd, be, bf. do bokow wieloboku CD. DE. EF.

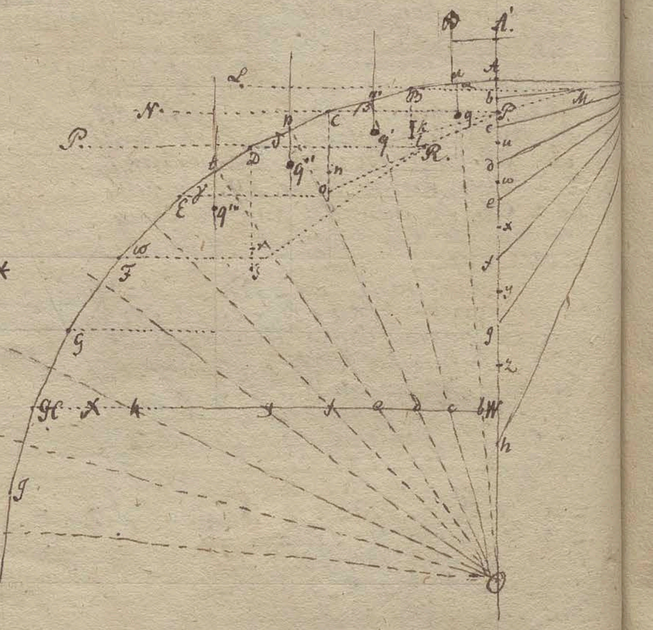
Zrob $Bl = \frac{1}{2} q$, więc cl zostanie $= \frac{1}{2} q'$. Zrob $cm = cl$, będzie $lm = q'$; Ze Bd rowne iest iednoczonym ciśnieniom pionowym na punkt C ktore się składa z cięzaru prętow KB, BC, CD i poł DE, czyli z cięzarow $\frac{1}{2} q + q' + \frac{1}{2} q''$. zaś $Bm = \frac{1}{2} q + q'$ więc dm będzie $= \frac{1}{2} q''$. Zrob $dn = dm$, będzie $mn = q''$. Podobnież $en = eo$, będzie $on = q'''$, a 2 razy of będzie $= q''''$



Nadto odcięte części Bc, cd, de, ef, będą wyrażać $\frac{q+q'}{2}$; $\frac{q'+q''}{2}$, $\frac{q''+q'''}{2}$, $\frac{q'''+q^{IV}}{2}$. to iest połowę ciężaru dwóch prętów w punktach B. C. D. E. spotykaiących się.—

Rzecz iest widoczna, że zamiast uważać pręty by ciężar prętów w środkach ich długości iako środkach ich ciężkości zgromadzony, to iest zamiast uważać ciężary q q' q'' q''' q^{IV} iakoby w środkach ich wiszące, można w punktach B. C. D. E. F. zawiesić ciężary $\frac{q+q'}{2}$; $\frac{q'+q''}{2}$; $\frac{q''+q'''}{2}$; $\frac{q'''+q^{IV}}{2}$ — tak w iednym iak drugim razie będzie równowaga, bo też same ciśnienia tak poziome iak pionowe równie iak wzdłuż prętów wynikaiące wypadną.—

Widać także że maiąc dane $\frac{q+q'}{2}$ które nazwiemy przez Q; będzie $\frac{q'+q''}{2} = Q'$; $\frac{q''+q'''}{2} = Q''$ $\frac{q'''+q^{IV}}{2} = Q'''$



Zadanie służące za podstawę teoryi Sklepień. Ustawiwszy pręty w ćwierćkole w liczbie np. 9. równej długości, i nazwawszy ciężar pręta AB przez q. iakoby w środku długości iego wiszący znaleść ciężar innych prętów q' q'' q''' q^{IV} itd. tak aby równowagę zachować.

Na punkt A ciąży pionowo ciężar q połową swoią, zrób $Ab = \frac{1}{2}q$. poprowadź ba // do AB. będzie $Aa = \frac{1}{2}q \cot \alpha$. wyrażać parcie poziome, które w stanie równowagi wszystkie punkta B. C. D. E.. będą ciśnione zewnątrz, a zatem wzaiemnie się ku wewnątrz tej siłą odpierać bydź powinny. to iest: punkt B będący party w kierunku BL siłą BL = Aa, powinien bydź odparty w stronę przeciwną BB taż siłą, zróbmy więc BM = Aa.

Wiemy że na punkt B ciśnie naprzód pionowo cały ciężar pręta AB. to iest q. zróbmy więc go = Bk biorąc Ab 2 razy w cerkiel — 2° ciśnie ieszcze pionowo połowa ciężaru pręta BC, chcąc więc ią znaleść, prowadzę przez punkt M równoległą Ml do BC; będzie $kl = \frac{1}{2}q'$: ciężar albowiem wyrażony przez Bl rozłożony na poziomą siłę i na wzdłuż pręta BC ciągnącą, wyda poziomą = BM iak było dla równowagi potrzeba — 2 razy więc wzięte kl będzie ciężarem = q'.

Punkt C będąc party w stronę CN siłą CN = Aa potrzeba więc ażeby był odparty siłą CP = Aa; że na punkt C ciśnie pionowo 1° ciężar dwóch prętów AB + BC. to iest q + q'. 2° ciężar połowy następnego pręta CD czyli $\frac{1}{2}q''$. zrobiwszy więc Cn = q+q'. i przez punkt P poprowadziwszy Po równolegle do CD będzie $Co = q+q'+\frac{1}{2}q''$ zatem $no = \frac{1}{2}q''$, biorąc go 2 razy w cerkiel oznaczy ciężar q'' = no.

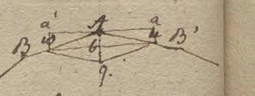
Podobnież robiąc DR = Aa; Dr = q+q'+q''; i prowadząc Rs // do DE. będzie $rs = \frac{1}{2}q'''$, zatem q''' = 2rs.

Prowadzę przez punkt a linie ac, ad, ae, af, ag. równoległe do BC, CD, DE, EF. — ponieważ Aa iest = BM = CP = DR.... będą więc ΔΔ a AC, MBl, sobie równe; także ΔA a Ad, PCn; a Ae, RDs itd. zatem $Ac = Bl = q+\frac{1}{2}q'$; $Ad = Co = q+q'+\frac{1}{2}q''$; $Ae = Ds = q+q'+q''+\frac{1}{2}q'''$ itd:

zatem $bc = Ac - Ab = q+\frac{1}{2}q'-\frac{1}{2}q = \frac{q+q'}{2}$

$cd = Ad - Ac = q+q'+\frac{1}{2}q'' - q - \frac{1}{2}q' = \frac{q'+q''}{2}$

$de = Ae - Ad = q+q'+q''+\frac{1}{2}q''' - q - q' - \frac{1}{2}q'' = \frac{q''+q'''}{2}$ itd.



* Na punkt A powstaie istotne ciśnienie pionowe = q. bo równe ½ AB + AB'. — ieśli to robiąc = Aq. rozłożone zostanie na An. Au. — te zaś rozłożone na poziome, pionowe, dadzą $Aa = \frac{1}{2}q \cot \alpha$. — $Ab = \frac{1}{2}q$.; to iest. punkt A od pręta BA doznaie ciśnienia pionowego = Ab. a poziomego = Aa; z strony drugiey symetryczny pręt AB' wywiera ciśnienie pionowe = ½q. a poziome Aa' ciśnienia pionowe niosą się iako równe, kiedy pionowe staie się = q.

Na punkt A od ciężaru q pręta AB powstaie ciśnienie pionowe $=\frac{1}{2}q$., lecz od drugiego pręta drugiey strony ~~[illegible]~~ układu podobnych prętow takze $\frac{1}{2}q$. zatem $=q$.

Że ciężary q i q' takie ciśnięcie na punkt A sprawiaią, jak gdyby się w prost w tymże punkcie zawiesiło ciężar $\frac{q+q'}{2}$; $=q$.; na punkt B ciężary q i q' takie, jak gdyby się w punkcie B. zawiesiło ciężar $\frac{q+q'}{2}$. który nazwiemy przez Q'; na punkt C ciężary q' i q'' takie, jak gdyby się w punkcie C zawiesiło ciężar $\frac{q'+q''}{2}$. który nazwiemy przez Q'', a następnie $\frac{q''+q'''}{2}$ nazwiemy przez Q''; $\frac{q'''+q''''}{2}$ nazwiemy przez Q''', będzie więc:

$Q = 2Ab = 2\cdot\frac{1}{2}q\cot\alpha$. $Q' = bc = Ac - ab = \frac{1}{2}q\cot\beta - \frac{1}{2}q\cot\alpha$.

$Q'' = ad - ac = \frac{1}{2}q\cot\delta - \frac{1}{2}q\cot\beta$. $Q''' = Ae - Ad = \frac{1}{2}q\cot\gamma - \frac{1}{2}q\cot\delta$. &c.

Zatem $q : Q' : Q'' : Q''' = 2.\cot\alpha : \cot\beta$

$q = 2Ab. = 2\cdot\frac{1}{2}q\cot\alpha.\,tg\alpha$. $Q = bc = Ac - Ab = \frac{1}{2}q\cot\alpha.\,tg\beta - \frac{1}{2}q\cot\alpha.\,tg\alpha$.

$Q' = Ad = \frac{1}{2}q\cot\alpha\,tg\delta - \frac{1}{2}q\cot\alpha.\,tg\beta$. $Q'' = Ae - Ad = \frac{1}{2}q\cot\alpha.\,tg\gamma - \frac{1}{2}q\cot\alpha.\,tg\delta$.

będzie więc $q : Q' : Q'' : Q''' = 2\,tg\alpha : tg\beta - tg\alpha : tg\delta - tg\beta : tg\gamma - tg\delta$.

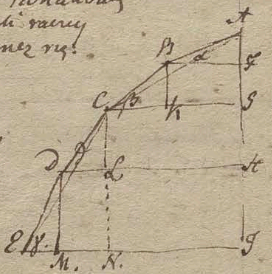
To iest ciężary zawieszone być maiące dla rownowagi w punktach A. B. C. D. E. F. G. &c. będą się mieć iak rożnice stycznych kątow iakie pręty AB. BC. CD. DE. robią z poziomem — to iest $= 2Ab : bc : cd : de : ef : fg$. —

Robiąc $OW = Ad$. i poprowadziwszy poziomą WX., tą przecięte będzie promieniami do punktow u,m,p,t--- prowadzonemi zupełnie tak iak była przecięta pionowa AO.

Że kąt $\alpha = 5^\circ$; $\beta = 15^\circ$; $\delta = 25^\circ$, $\gamma = 35^\circ$. $\omega = 45^\circ$. będzie więc $q : Q' : Q'' : Q'''$
$= 2\,tg 5^\circ : tg 15^\circ - tg 5^\circ : tg 25^\circ - tg 15^\circ : tg 35^\circ - tg 25^\circ : tg 45^\circ - tg 35^\circ$ &c:
czyli $= 175 : 180\frac{1}{2} : 198\frac{1}{2} : 234 : 300$ &c: $428 : 716 : 1588 : 7698$.
czyli $= 1 :$

tang. 85° =	1143005,2	769800,12
75 =	373205,08	158742,39
65 =	214450,69	71635,89
55 =	142814,8	428148
45 =	100000,00	29979,25
35 =	70020,75	23389,98
25 =	46630,77	19835,85
15 =	26794,92	18046,05
5.	8748,87.	
	8748,87 × 2 = 17497,74	

Zadanie. Maiąc dane 4 pręty AB. BC, CD, DE. iednakowey długości i ciężaru w rownowadze, oraz kąt α. dany, czyli raczey stosunek AF : FB = 2 : 7. znaleźć punkta B C D E. przez rzędne i odcięte, biorąc $AB = BC = CD = DE = 1$.



Znaydziemy naypierwey wielkość kątow α. β. δ. γ.

Ponieważ $\frac{AF}{FB} = tgl.\,\alpha. = \frac{2}{7} = 0,2857143$. Szukaiąc w tablicy stycznych to odpowie $\alpha = 15^\circ.\ 56\frac{2277}{3146}$'

Że $tgl\,\beta = 3\,tgl\,\alpha$ więc $= 0,8571429$. co odpowiada w tablicy kątowi $40^\circ.\ 36\frac{392}{5047}$' $= \beta$.

Że $tgl\,\delta = 5\,tgl\,\alpha$. więc $= 1,4285715$. to odpowie kątowi $\delta = 55^\circ - 0\frac{4235}{8846}$. —

$tgl\,\gamma = 7\,tgl\,\alpha. = 2$. to odpowiada $\gamma = 63^\circ\ 26\frac{1409}{14551}$

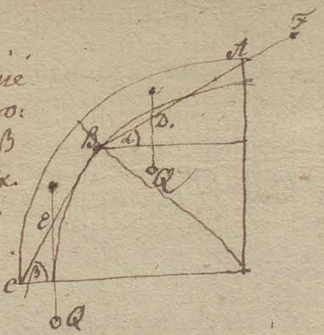
Szukaymy teraz wstaw i dostaw tychże kątow, oraz dodawaymy ie kolejno będzie:

		dodane		dodane
α. Sin. 15°. 56 $\frac{2277}{3146}$ = 0,27472.			Cos = 0,9615355.	
β. Sin 40° 36 $\frac{392}{5047}$ = 0,65079		– 0,92551	Cos = 0,7608918.	– 1,7224270
δ. Sin 55°. 0. $\frac{4235}{8846}$ = 0,81924.		– 1,74475	Cos = 0,5736955	– 2,2961225
γ. Sin 63° 26 $\frac{1409}{14551}$ = 0,89443.		– 2,63918.	Cos = 0,4472518.	2,7433743.

Będzie więc α. $AF = 0,27472$. $BF = y = 0,96153$
$AG = 0,92551$. $CG = 1,722427$
$AH = 1,74475$. $DH = 2,2961225$
$AJ = 2,63918$. $EJ = 2,7433743$.

* Tym sposobem można by rzędne i odcięte dla linii łancuchowey wyrachować biorąc kąt α. mały np. o 1. 2. 3. 4 lub 5 stopniach — i dochodząc kolejno innych kątow — a potem wstaw i dostaw ich, i kolejno wstawy dodaiąc któ re będą stanowić odcięte x. — a osobno dostawy które wypadną wartości na y.

AB Gdybyśmy wzięli zamiast 4 prętow AB, BC, CD, DE, w rownowa dze będących dwie AC, CE. byłby tgl kąta $ACG = \frac{AG}{CG} = \frac{0,92551}{1,722427} = 0,53733$
zaś tgl kąta $CEJ = \frac{CN}{EN} = \frac{1,71367}{1,020947} = 1,68237$.
Za tgl AEJ razy trzy wzięta czyli ... $= 1,61199$
więc te dwie ostatnie co mniejsze, czterech wzięte nie byłyby w rownowadze



Zadanie. Maiąc dwie linie AB. BC. rowney długości w rownowadze, pod kątami α i β ustawionemi tak że: $\mathrm{tg}\,\beta = 3\,\mathrm{tg}\,\alpha$. Oraz ciężar Q wiszący w pionie D iakimkolwiek linii AB. (: ktory np może odpowiadać w pion środkowi ciężkości Sklepienia:) Znaleść punkt E taki na linii CB. aby w nim zawieszoney podobny ciężar Q, rownowaga miała mieysce —

Ciężar Q sprawia na punkt A ciśnienie pionowe $= Q\,\frac{BD}{AB}$, zkąd powstaie parcie $= Q\,\frac{BD}{AB}\,\mathrm{cot}\,\alpha$ Na punkt B iest ciśnienie pionowe $Q + Q\,\frac{CE}{AB}$ a zatem parcie w stronę przeciwną będzie $= \left(Q + Q\,\frac{EC}{AB}\right)\mathrm{cot}\,\beta$.

$$Q\,\frac{BD}{AB}\,\mathrm{cot}\,\alpha = Q\,\mathrm{cot}\,\beta + Q\,\frac{CE}{AB}\,\mathrm{cot}\,\beta, \text{ czyli}$$

$$\frac{BD}{AB}\,\mathrm{cot}\,\alpha = \mathrm{cot}\,\beta + \frac{CE}{AB}\,\mathrm{cot}\,\beta. \text{ czyli}$$

$$\frac{BD}{AB\ \mathrm{tg}\,\alpha} = \frac{1 + \frac{CE}{AB}}{\mathrm{tg}.\,\beta.} \quad \text{że zaś } \mathrm{tg}\,\beta = 3\,\mathrm{tg}\,\alpha.$$

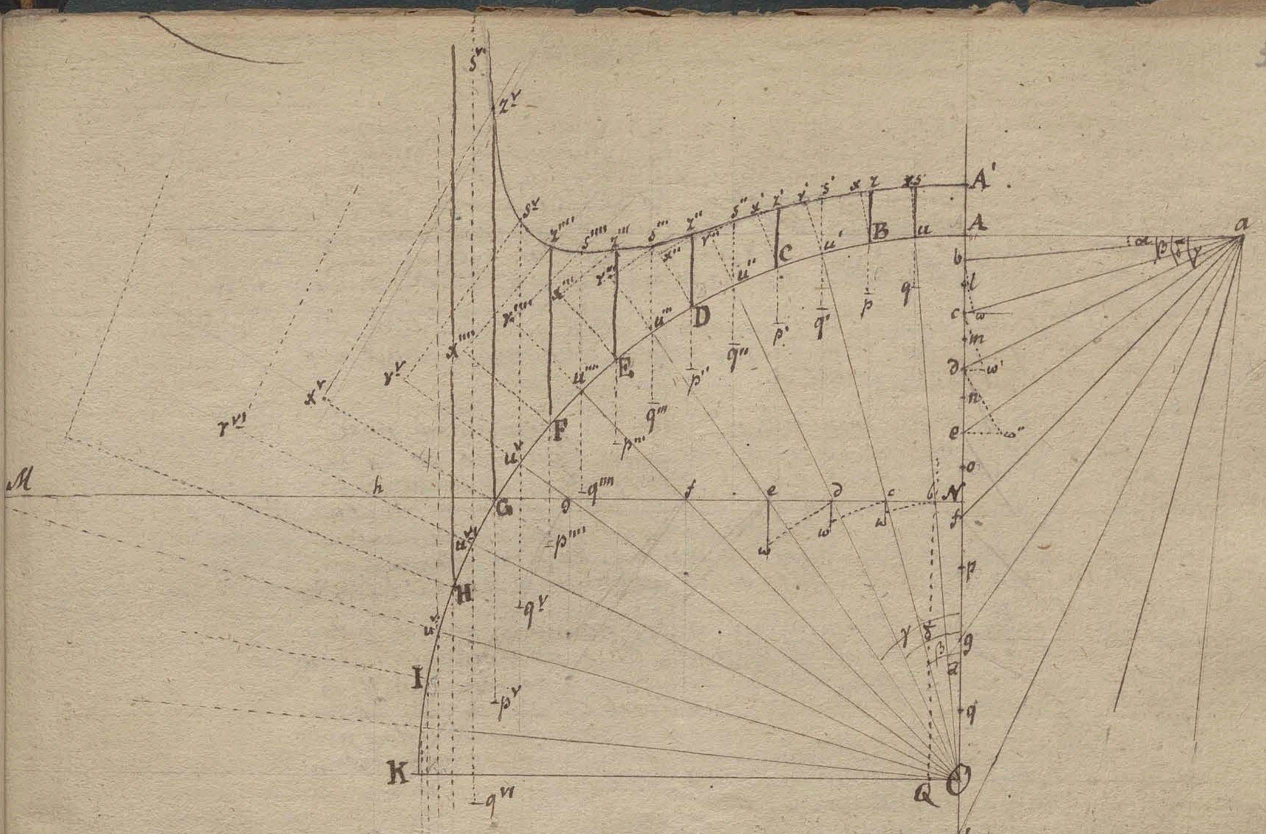
$$\text{więc } \frac{BD}{AB} = \frac{1}{3} + \frac{CE}{3AB.} \quad \text{więc } BD = \frac{1}{3}\,AB + \frac{1}{3}\,CE.$$

$$\frac{1}{3}\,CE = BD - \frac{1}{3}\,AB. \quad \text{więc } CE = 3BD - AB.$$

To iest przenosząc BD razy 3 z punktu B na linią BF. będzie naddatek $AF = CE$. szukanemu.

Chcąc znaleść BD zrobi się go $= \frac{CE + AB}{3.}$

Przekonać się wypadnie ~~ile~~ iak spuszczone pionowe ze środkow ciężkości Sklepien przecinaią linie AB. BC.



<u>Zadanie</u>. Sklepienie od spodu maiącemu mieć wygię:
tość półkolistą, taką nadadz grubość, ażeby w niem zworniki
w równowadze zostawały.

Podziel obwód ćwierćkola AK jako połowę spodniey wygięto:
ści Sklepienia na pewną liczbę części równych. np na 9. w punktach
B, C, D, E, F.. każda mieć będzie 10°. Można będzie uważać ten obwód jako
wielobok, którego boki AB BC CD DE EF FG GH HI IK będą pod 5, 15
25 35 45 55 65 75 85 stopniami pochylone względem poziomu.

Daymy że ciężar części Sklepienia z A'AB nad bokiem AB w pion
uważaney iest dany równie jak iego grubość <u>ur</u>. Niech linia uq. wyraża ten
ciężar a razem grubość. — Zrób Ab = ½ uq. czyli = ½ q. poprowadź ab ||[le] do
AB. aż do spotkania się z poziomą <u>Aa</u>. Linia więc Aa będzie wyrażeniem
siły poziomey jaką wszystkie zworniki Sklepienia ciśnąc winny na siebie
wzaiemnie. Przez punkt a poprowadź linie ab, ac, ad, ae af itd: równo:
legle do BC, CD, DE, EF. FG itd:- części linii pionowey AO, to iest Ab, Ac, Ad
Ae. Af... będą miarą ciśnień pionowych jakich punkta A. B. C. D. E. F...
doznawać będą od ciężaru zworników nad sobą aż do wierzchołka A leżą:
cych, wraz z połową ciężaru zwornika pod sobą przypadaiącego. — są albo:
wiem w stosunku stycznych kątów pochyłości boków AB. BC. CD. DE itd:

Przenieś bA od b do l, zrób cm = cl; dn = dm; eo = en; fp = fo; gq = gp
hr = hq. itd: Nazwawszy ciężary następnych zworników nad bokami po:
lygonu w pion uważanemi BC, CD; DE; EF itd przez q' q'' q''' q'''' q^v q^vi itd:
więc ciśnienie pionowe na punkt B będzie = q + ½ q'; na punkt C = q + q' + ½ q''
na punkt D = q + q' + q'' + ½ q''' itd: Że te ciśnienia są wyrażone przez li:
nie Ac, Ad, Ae, Af. itd: zrobiwszy więc bl = Ab więc Al będzie = q, zatem
cl = ½ q'; lm = q''; md = ½ q'''; dn = q'''; ne = ½ q^iv; no = q^iv itd.; łatwo iest wi:
doczna że Ab = ½ q; bc = ½ q + ½ q'; cd = ½ q' + ½ q''; de = ½ q'' + ½ q''' itd.-

Że każden z punktów A. B. C. D. E. F G.... uciśniony iest pionowo poło:
wą ciężaru dwóch w nich stykaiących się zworników. Zrób więc Bp = bc; Cp' = cd
Dp'' = de; Ep''' = ef; Fp^iv = fg itd:

Na przedłużonych promieniach Ou, Ou', Ou'', Ou''', Ou'''' Ou^v itd Zrób
~~ur = q~~ linie ur, u'r', u''r'', u'''r''' itd = q, q'. q''. q''' itd: to iest = liniom Al, lm,
mn, no, op itd: poprowadź przez punkta r. r', r'', r''', r'''' itd prostopadłe

do promieni aż do spotkania się z pionowemi z punktów u u' u'' u''' u'''' wyprowadzonemi, pionowe us, u's', u''s'', u'''s''', u''''s'''' itd: będą grubościami sklepienia przez które nie pozostanie tylko poprowadzić linię wygiętą A s, s', s'', s''', s'''', s''''' itd.

Powierzchnie albowiem czworoboków AA'zb, BCzz', CDz'z'', DEz''z''' itd. uważane jako ciężary obciążające boki polygonu AB, BC, CD itd: równające się iloczynom AB × ur; BC × u'r'; CD × u''r''; DE × u'''r''' itd: będą się mieć tak ur : u'r' : u''r'' : u'''r''' itd: do siebie dla tego że podstawy ich AB, BC, CD, DE itd. są sobie równe.—

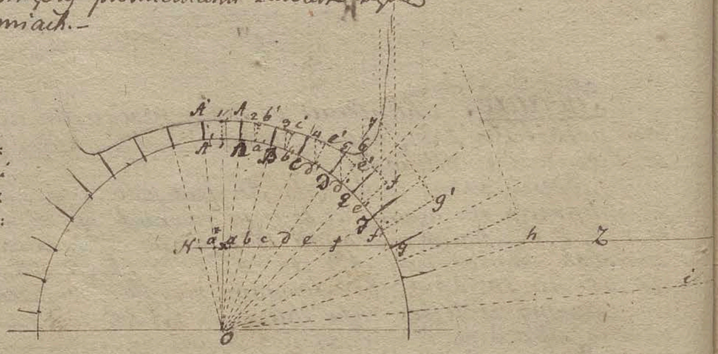
Teraz i to trzeba uważać że w punkcie A będzie grubość sklepienia równa 2Ab czyli g. dla tego, że od drugiey połowy sklepienia zwornik wierzchni swą połową obciąża punkt A.

Dla znalezienia więcey punktów, możnaby na promieniach przez punkta B, C, D, E, F ... poprowadzonych poodcinać linie Bx Cx' Dx'' Ex''' Fx'''' itd: prowadzić przez punkta x x' x'' x''' x'''' prostopadłe aż do pionowych przez punkta B, C, D, E ... prowadzonych; zkąd się wynaydą nowe punkta z, z', z'', z''', z''''-z''''' itd: należące do wygiętości szukaney wierzchu sklepienia—

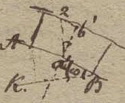
Ten drugi sposób iest takiż jak pierwszy, dosyć iest albowiem poprzenosić odcięte części bc, cd, de, ef, fg itd: na promienie w Bx, Cx', Dx'', Ex''' itd. i postąpić jak wyżey.

Jeszcze łatwiey będzie oznaczywszy grubość sklepienia, przenieść połowę iey od O w punkt Q, wyprowadzić prostopadłą Qb aż do spotkania się z promieniem Ou, w punkcie b; przez punkt b poprowadzić poziomą NM; ta będzie tak poprzecinana promieniami innemi; ~~jak~~ Ou' Ou'' Ou''' itd: jak linia AO została poprzecinana promieniami od a równoległe do boków polygonu prowadzonemi, kąty albowiem między promieniami zawarte będą te same t.i. o 5, 10, 10, 10, 10, 10, 10 stopniach.—

Fig. następująca lepiey ten sposób okaże - podzieliwszy okrąg sklepienia na części równe, tak aby w środku klucz AAA'A' znaydował się, i poprowadziwszy promienie do środka O, nakreśl poziomą NZ w takiey wysokości ażeby między dwoma średniemi promieniami A'O, AO, przecięta część a'a równała się grubości iaką sklepieniowi w kluczu dadź chcemy - Zrób 11 = aa; a'b' = ab; b'c' = bc; c'd' = cd; d'e' = de; e'f' = ef, f'g' = fg poprowadź prostopadłe przez punkta b' c' d' e' f' g' do promieni aż do spotkania się z odpowiadaiącemi pionowemi otrzyma się punkta 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7 przez które poprowadzi się wygiętość szukana grzbietu sklepienia.



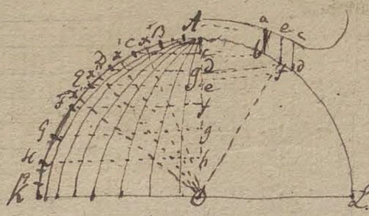
Przez rachunek doydzie się tych punktów tak: Ponieważ aa : ab : bc : cd itd. się iak rożnice stycznych podwóy... = 2 tgt α : tgt. β − tgt α : tgt. δ − tgt β : tgt. γ − tgt. δ itd: zatem ~~tgt~~ iak 2 tgt. 5° : tgt 15° − tgt 5° : tgt: 25° − tgt: 15° : tgt: 35° − tgt: 25° itd: Nadto ponieważ a'b' : a2 = cos kąta pochyłości : r. zatem $a'2 = \frac{a'b'}{\cos \omega}$. Zaś kąty iakie robią AA', AB, BC, CD - DE. EF równaią się = 0, 10°, 20°, 30°, 40° itd:



będzie więc 1.1 : a'2 : b'3 : c'4 : d'5 : e'6 itd: iak $\frac{2\ tgt\ 5°}{\cos 0°}$: $\frac{tgt\ 15° - tgt\ 5°}{\cos 10°}$: $\frac{tgt:\ 25° - tgt\ 15°}{\cos 20°}$: $\frac{tgt:\ 35° - tgt\ 25°}{\cos: 30°}$ itd:: co wykonywaiąc wypadnie robiąc wysokość pionową zwornika w kluczu = 1. będą inne składać następuiący szereg. 1 : 1,0472 : 1,2063 : 1,5425 : 2,2366 itd:.

NB porównywaiąc Tabellę za pomocą Formuły $Z = \frac{w}{\cos^2 v}$ zrobi... co pokaże się mała—

Zadanie Jezeli Sklepienie iest baniaste. znaleść grubość pionową iego w kazdym punkcie azeby równowaga miała mieysce.



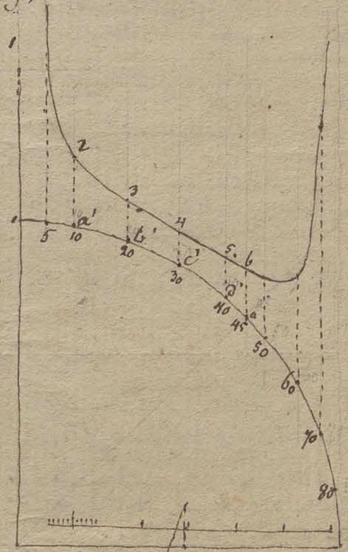
Przypuscmy sklepienie baniaste poprzecinane płaszczyznami poziomemi przez punkta A B C D E ... prowadzonemi — oraz poprzecinane płaszczyznami pionowemi około linii AO iako Osi pod równemi kątami prowadzonemi, powierzchnia więc spodnia sklepienia poprzecinana zostanie na czworoboki czyli trapezy kuliste których ~~poziom~~ wysokościami będą boki wieloboku AB, BC, CD, DE. równe, lecz których porównane szerokości zwiększać się będą ku dołowi w stosunku obwodów kół ~~przez~~ poziomych powstaiących z przecięcia bani płaszczyznami poziomemi przez punkta x x' x'' w środkach linii AB. BC. CD. DE ... brane — czyli co iedno będzie w stosunku wstaw kątów xOA - x'OA. x''OA. id.

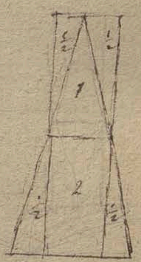
Gdyby się dało zwornikom sklepienia baniastego takie ~~wysokości~~ pionową grubość iak się dla sklepienia beczułkowego obrachowało — ~~rzecz widoczna że~~ a która iest miarą ich ciężaru w stanie równowagi, rzecz widoczna że szerokość ich w sklepieniu baniastym zwiększaiąc się od wierzchołka A ku posadzie K, tem samem by się ich ciężar zwiększał — ~~a tem samem równowagę przewyższał~~ w stosunku wstaw kątów rzeczonych. Równowagę więc otrzymamy dzieląc grubości pionowe zworników dla sklepienia beczułkowego obliczone, przez ~~wstawy~~ takowe wstawy,

Biorąc grubość sklepienia pod 45°. ab taką samą iak w sklepieniu beczułkowym, wypadnie kształt sklepienia iak fig: okazuie — pod 30°. nayciensze, a zgrubiać się będzie w górę i nadół tak że w szczycie i pod posadą będzie grubość nieskończona —

Wyrazy albowiem dla sklepienia beczułkowego podana proporcya $11 : a'2 : b'3 : c'4 : d'5$ id $= \frac{2\ \mathrm{tgt}\ 5^\circ}{\cos 0} : \frac{\mathrm{tgt}\ 15^\circ - \mathrm{tgt}\ 5^\circ}{\cos 10^\circ} : \frac{\mathrm{tgt}\ 25^\circ - \mathrm{tgt}\ 15^\circ}{\cos 20^\circ}$ id przemieni się tutay na tę:

$$11 : a'2 : b'3 : c'4 = \frac{2\ \mathrm{tgt}\ 5^\circ}{\frac{1}{2}\sin 0} : \frac{\mathrm{tgt}\ 15^\circ - 5^\circ}{\frac{1}{2}\sin 20} : \frac{\mathrm{tgt}\ 25^\circ - 15^\circ}{\frac{1}{2}\sin 40^\circ} \text{ id:}$$





Warunki równowagi Sklepienia równey grubości

Gdy sklepienie pęka z powodu że nie dość grube otwieraią się szpary w środku a od spodu, i w bokach b b z góry. — Gdyby Jezeli podzielemy połkole na 4 części równe i uważać każdą część jako pryzma w sobie nierozdzielne będzie kąt abf = 22½°. bo zaymnie tak 45°. a kąt bdn = 67½. — Widzieliśmy niowięc o dachach łamanych że w podobnym składzie krokwiów czterech, w równowadze zostaiących potrzeba aby kąt α był = 30°. kąt β = 60. — więc tu kąt α iest mały, β za wielki, więc prowadzę linię bh tak aby ∠ hbf = 30; oraz linię bi tak azeby ∠ bin = 60°. byłoby ah = id nayinniey przy grubości sklepienia, w którey linie bh, bi mieściły by się, a w punktach h b i na zewnętrzney i wewnętrzney powierzchni sklepienie maiące oparcia.

$bf = \cos 45^\circ = 9{,}849485.$
$\mathrm{lgt}: 22\frac{1}{2} = 9{,}6172243$
$9{,}4667093$
$= 0{,}292893.$
$\cos 45 = 9{,}847485$
$\mathrm{lgt}: 30^\circ = 9{,}7614393$
$9{,}6109243$
$0{,}408248$
$ah = 0{,}115355.$

więc $\frac{ah}{an} = \frac{1}{8\frac{2}{3}} = \frac{3}{26}$

że $bf = nf = 0{,}7071.\ r.$
$af = an - nf = 0{,}2929.\ r.$
$fh = bf\ \mathrm{tang.}\ 30^\circ = 0{,}7071 \times 0{,}57735.\ r. = 0{,}4083\ r.$
więc $ah = fh - af = 0{,}1154$ r. to iest wypadło by na grubość sklepienia dać $\frac{1}{8\frac{2}{3}}$ część promienia czyli $\frac{1}{17\frac{1}{3}}$ część ze średnicy sklepienia w świetle co iest nayinnieysza miara, bo opory na samey powierzchni w punktach h. b. i. mieć będzie a zatem lada obciążenie może równowagę zepsuć

Os. środek ciężkości w S. iest:

$$Os = \frac{114,5915 \times OE \sin \frac{1}{2} a}{a}$$

Dla $a = 90$ stopni — i dla $OE = 1527\frac{1}{2}$ będzie $OS = 1375,25$.

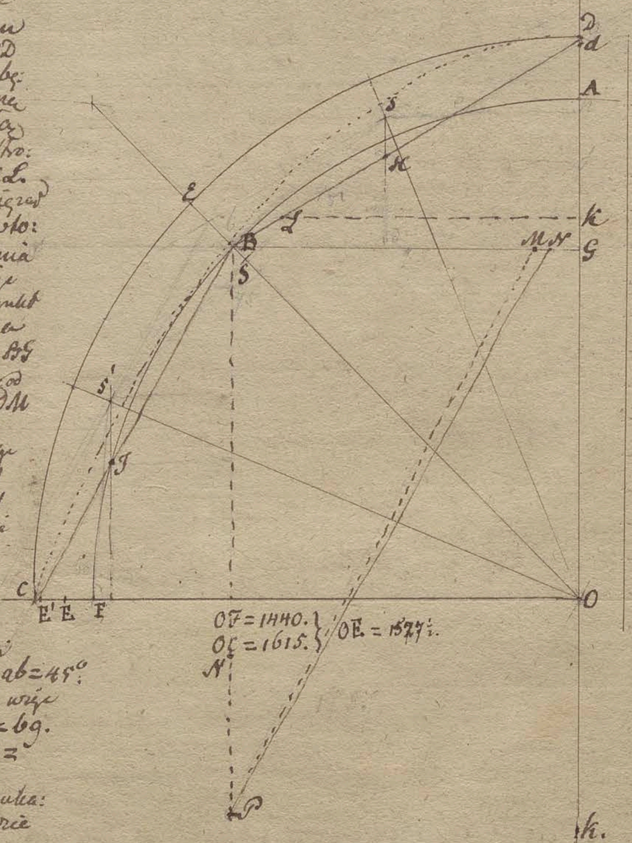
Dla $a = 45$ będzie $Os = 1488,5$.

Ten sposób znaydowania grubości sklepienia zasadza się na przypuszczeniu że części dwie równe sklepienia maią swe środki ciężkości w prostych nad środkami linii hb, bi, co iednak nigdy nie iest, ale owszem zawsze pionowe z ich środków ciężkości spuszczone przetną rzeczone linie na części nierówne — ani proporcyonalnie — to iest:

Zadanie Drawszy grubość sklepieniów AD równą BG tgt $30°$ – BG tgt $22\frac{1}{2}°$ podług poprzedzaiącego przypuszczenia, i znalazłszy środki ciężkościów części sklepień ADEB, EBFC. w punktach S. S'. spuść pionowe SK, S'I. Części więc te sklepień uważać należy iakoby w punktach K. I. zawieszone że te części sklepień są równey powierzchni a zatem ciężaru, robiąc więc ciężar części ADEB = linii BD a ciężar EBFC = linii BC. — Górne więc sklepienie będzie cisnęło pionowo na punkt D. siłą oznaczoną przez BK. którą robiąc = DK, będzie KL siłą parcia poziomego na punkt D, niemniey w stronę przeciwną na punkt B. — zróbmy BM = KL.

Na punkt B ciśnie pionowo 1° cały ciężar górnego sklepienia, zróbmy więc BN = BD; powtóre od dolnego sklepienia dozna punkt B ciśnienia pionowego, oznaczonego przez CI, zróbmy więc NP = CI, całe więc ciśnienie pionowe na punkt B będzie = BP. — przez punkt P poprowadzona równoległa PN do BC. odetnie na poziomey BG część BN iako siłę parcia na punkt B wnętrznego

Że w niniejszym przypadku iest $BN > BM$ więc w punkcie B nie będzie równowagi. — lecz sklepienie się utrzyma, dla tego że chcąc ażeby dolna część sklepienia nie była parta od B ku N. dosyć iest w myśli przypuścić że punkt oporu C iest w punkcie E'. — lub D w punkcie d —



Znaleźć grubość sklepienia Gotyckiego ⅙ koła kreślonego —

Podzieliwszy łuk fag. w a na 2 równe części poprowadź cięciwy fa ag. będzie kąt $afe = 75°$; $gab = 45°$.

Ponieważ $ce = ae \cos 30°$ zaś $de = \frac{1}{2} fe$ więc $cd = ae \cos 30 - \frac{1}{2} ae = ae(\cos 30° - 0,5) = ab = bg$.

Przedłużywszy fa do punktu k będzie $bk = ab.(\text{tgt } 75°) = ae(\cos 30° - 0,5) \text{ tgt } 75°$.

tego ⅓ część będzie styczną kąta hab szukanego dla równowagi linii ah z linią af. będzie więc $bh = \frac{1}{3} ae(\cos 30 - 0,5) \text{ tgt } 75°$.

$$hg = bh - bg = \frac{1}{3} ae(\cos 30 - 0,5) \text{ tgt } 75° - ae(\cos 30 - 0,5)$$

$$= \left(\frac{1}{3} ae \text{ tgt } 75° - ae\right)(\cos 30 - 0,5) = ae\left(\frac{1}{3} \text{ tgt: } 75° - 1\right)(\cos 30 - 0,5)$$

lecz $mg = hg \cos 30$ zatem

$$mg = ae\left(\frac{1}{3} \text{ tgt: } 75° - 1\right)(\cos 30° - 0,5) \cos. 30°$$

tgt: $75° = 3,7320508$ tego ⅓ $= 1,2440169$ odciągaiąc 1 będzie $= 0,2440169$.

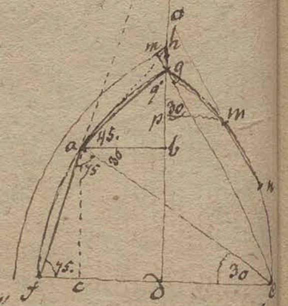
Cos $30° = 0,8860254$. odciągaiąc 0,5 będzie $= 0,3660254$.

$\cos 30 = 0,8660254$.

Mnożąc te liczby wypadnie $mg = 0,07735\ ae = \frac{1}{12,928}\ ae$. to iest blisko $\frac{1}{13}$ z promienia ae.

Przez wyliczenie znaydzie się prościey robiąc $hb = \frac{1}{3} kb$ —

Podobnie by się postąpiło gdyby sklepienie do pewney wysokości było zamurowane — np. do n wtedy dzieląc gn na 2 równe części; wtenczas by się $pg = \frac{1}{3}$ po—



Dla równowagi trzeba ażeby kąt hab był $= 47° - 10' - 14''$ a kąt $afe = 72° - 49' - 46''$. — } zkąd wypadnie że $hg = \frac{1}{34,5}$

Zadanie. Znaleść grubość sklepienia w któreyby linia łańcuchowa jako linia urażennego ciśnien zworników znaydowała się. — a na któréy też zworniki jakoby wisząc uważać było można.

Narysowawszy połowę linii łańcuchowey na papierze ABC i iéy oś AO. — Jeżeli sklepienie ma być półkoliste, narysuy linię AC pod 45° względem AO, ta przetnie linią łańcuchową czyli linię ciśnien w punkcie C. Otwartością cérkla OC zatocz koło CDA — z tegoż punktu O otwartością cerkla OE zatocz koło FEG. Punkt ten E na linii łańcuchowey znayduiący się będzie naybliżey środka O, pod kątem EOC = 34 stopnie —

Między więc temi dwoma kołami stanowiącemi grubość sklepienia znaydować się będzie linia oporu —

Ponieważ robiąc AO = CO = 1616 częściom, punkt E naybliższy środka O. na linii łańcuchowey wzięty ma odciętą AK = 826,25. a rzędną EK = 1210. (: podług Eytelweina :) zatem $KO = 789,75$. — będzie więc

$EO = \sqrt{EK^2 + KO^2} = \sqrt{2087805} = 1444.$

Podług Gerstnera wypada EK = 1180. FK = 784. więc podobnież EO = 1444. —

Więc $AO - FO = 1616 - 1444 = 172.$ zatem

$\frac{AF}{FO} = \frac{172}{1444} = 0,1192. = \frac{3}{25}.$

Średnio biorąc między Eytelweinem a Gerstnerem ieżeli punkt K zrobiemy w połowie AO będzie AK = 808. EK = 1196. zatem

$EO = \sqrt{(808^2 + 1196^2)} = 1445.$ więc 2088 [illegible]

Więc $CG = 1616 - 1445 = 171.$ —

Zaś $\frac{171}{1445} = 0,11833. - = \frac{100}{845} = \frac{2}{17}$. $\frac{1}{6}$

Kąt EOG wypadnie 33°. 59'. 54,18'' lub = 34°.

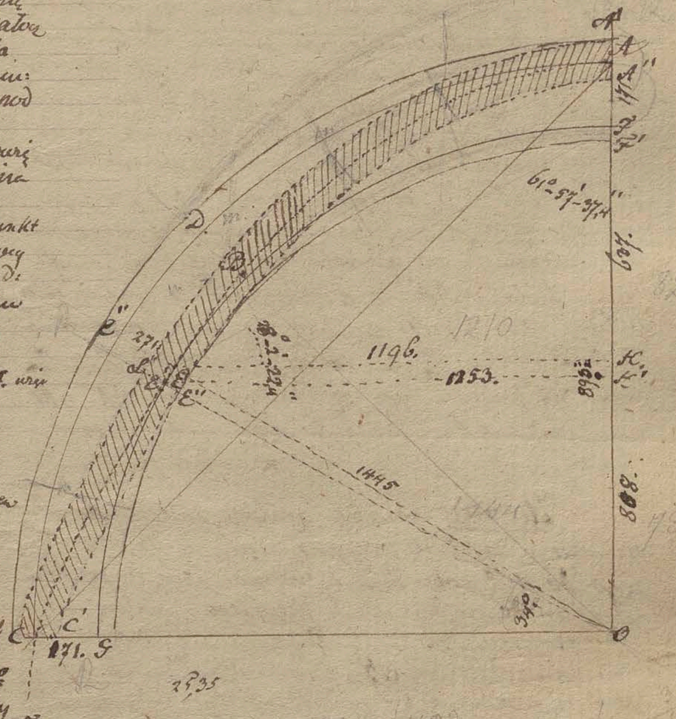
Gdyby się wzięło punkt E niżey to iest tak aby kąt EOG = 30°, to iest w połowie wysokości OF. wypadnie odcięta AK' = 893½, zatem OK' = 722½. Odciętey AK' odpowiada rzędna E'K' = 1253 (: podług Eytelweina — więc by wypadło EO = 1446½. —

Zaś podług Gerstnera dla AK' = 893½ odpowiada rzędna E'K' = 1247 — zatem byłaby E'K'' = 1247. zatem mnieysza co wykazuie niedoskonałość Tabell —

Że punkt naysłabszego mieysca sklepienia E na poziomey w połowie wysokości przy wraz z grubością w któreyś wzięty, mało się [illegible] różni od owego punktu E' wziętego na poziomey przy punkt K' w połowie wysokości sklepienia w świetle uważanego; a ten punkt E' odpowiada kątowi E'OG = 30°, ten więc ostatni brać się może w praktyce za punkt nayzwiększego nacisku na części sklepienia wewnętrzney, tem bardziey, że część ECG sklepienia odstaiąc mało od muru, i z nim związane w iedno ciało być mogące zostawia w E''E równią pochyłą pod 30°, po któréy bez pomocy nawet zaprawy wapna cięło położone zsunąć się by nie mogło, dla tarcia którego doznaie.

Widać tu że stałość sklepienia na niezmienności punktów oporu w naysłabszych mieyscach tak ciśnienia iak AEC. zawisła. oraz że naymnieysze obciążenie sklepienia poniżaiąc punkt A wzniesie nad stan równowagi parcie na punkt E sprawi iż dola sklepienia wznieść by musiało — potrzeba więc aby linia ciśnien na taki przypadek miała swe punkta …

Przy linią ciśnien w grubości sklepienia rozciągniętey zawsze taką, wzdłuż któréy ciśnienia części iego wrażenie się niszczą — i na któréy zworniki jakoby wisząc uważane zato być. — Rzecz widoczna że w sklepieniu równey grubości, zatem iednego użyciem zworników mającego taką linią będzie łańcuchowa —



oparcia w punktach A E C zapewnione, co się zrobi, pogrubiając sklepienie ~~w tychże punktach~~ ~~to jest~~ zrobiąc w punkcie A o ilość AA' równą $\frac{1}{2}$ AF a najmniej o $\frac{1}{4}$ AF; podobnież co punkcie E'' pogrubiając o E'E'' = $\frac{1}{2}$ lub $\frac{1}{4}$ AF — Zaznaczając potem tuki, sklepienie mieć będzie grubość A''F' razy 2 a najmniej $1\frac{1}{2}$ razy większą od AF. w którem nakreślając przez punkta A'. E.'' linie równoległe do linii łańcuchowej AEC, część kreskami odznaczona może się uważać za właściwe w równowadze zostającej, stosy sklepienia mające swe oparcia w w AA', EE''', i w którem części A''FE''; E''C'G, od spodu, a część CE''A''LC zgóry za obciążające uważać się mogą — a zatem ze stałość sklepienia od grubości rzeczonego stosu zawisła.

Robiąc AA' = $\frac{1}{2}$ AF, wypadnie grubość sklepienia jak 2 X 171 = 342. — a długość promienia F'O = 1445 — $\frac{171}{2}$ = 1360z. więc będzie $\frac{342}{1400}$ = $\frac{10}{44}$ czyli ~~$\frac{10}{44}$~~ średnicy. czyli $\frac{1}{8}$ z średnicy. — Dla AA' = $\frac{1}{4}$ AF wypadłoby AA' = 256,5. dla promienia jak 1400 co by uczyniło $\frac{1}{5\frac{1}{2}}$ część, czyli $\frac{1}{11}$ część ze średnicy —

<u>Zadanie</u> Znaleźć grubość sklepienia obejmującego 90° w przypuszczeniu że spodnie części jego do 45° z obu stron, są wzmocnione w pachach a zatem do murów nie do sklepienia należą —

Nakreśliwszy linią łańcuchową, nakreśl z punktu linią AB. pod 67$\frac{1}{2}$ kątem względem AO. ta spotka się w punkcie C. podziel AC na 2 = części w D wyprowadź ⊥ DO. aż do spotkania się z pionową AO. Ze środka ~~linii~~ ~~A~~ O. zatocz promieniem OC łuk CEA, oraz promieniem OF łuk GFH łuki ograniczą AEC, GDJ. ograniczą grubość sklepienia mieszczącego w sobie linię łańcuchową —

Ponieważ kąt KJAK = 22$\frac{1}{2}$° więc będzie Ak : ck = sin 22$\frac{1}{2}$° : cos 22$\frac{1}{2}$° = 383 : 924. — więc $\frac{Ak}{ck}$ = 0,414 co w Tabelli odpowie x = 322, ~~330~~. y = 777,38 ~~777~~

będzie więc promień AO = 1099,38. $(bo = \sqrt{ck^2 + kO^2})$

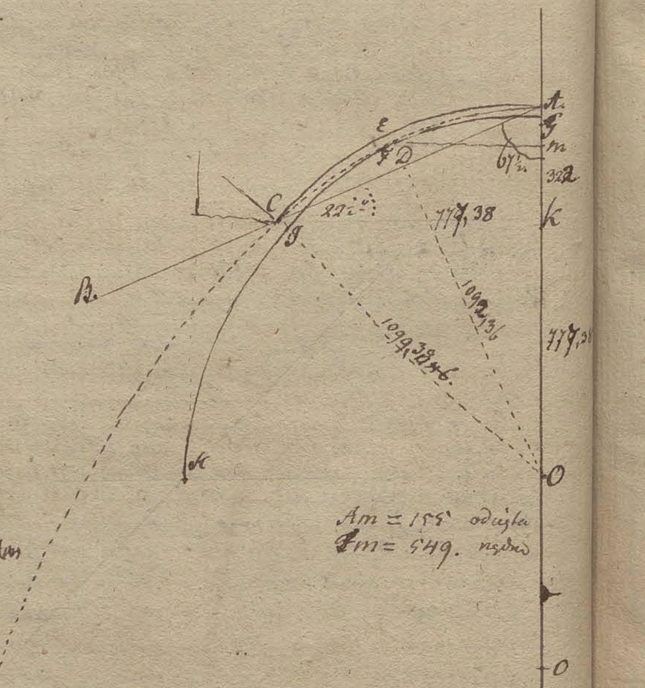
W połowie wysokości węgła odcięta = 155 ma rzędną = Em = 549 więc mO = 1099,38 − 155 = 944,38.

$FO = \sqrt{Em^2 + mO^2} = \sqrt{549^2 + 944,38^2} = 1092,36$

więc AG = AO − FO = 1099,36 − 1092,36 = 7

więc $\frac{AG}{GO} = \frac{7}{1092} = \frac{1}{156}$ —

Zgrubiając sklepienie razy 2, w praktyce ażeby stosy oporowe miały połowę grubości sklepienia na grubość wypadnie i tak grubość sklepienia równa $\frac{1}{156}$ części średnicy w przybliżeniu —

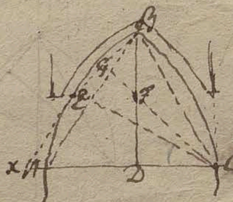


Wypadłoby mówić o sklepieniach spłaszczonych Elliptycznie

Znaleść grubość Sklepienia rowney grubo:
ści obeymuiącego 120°.—

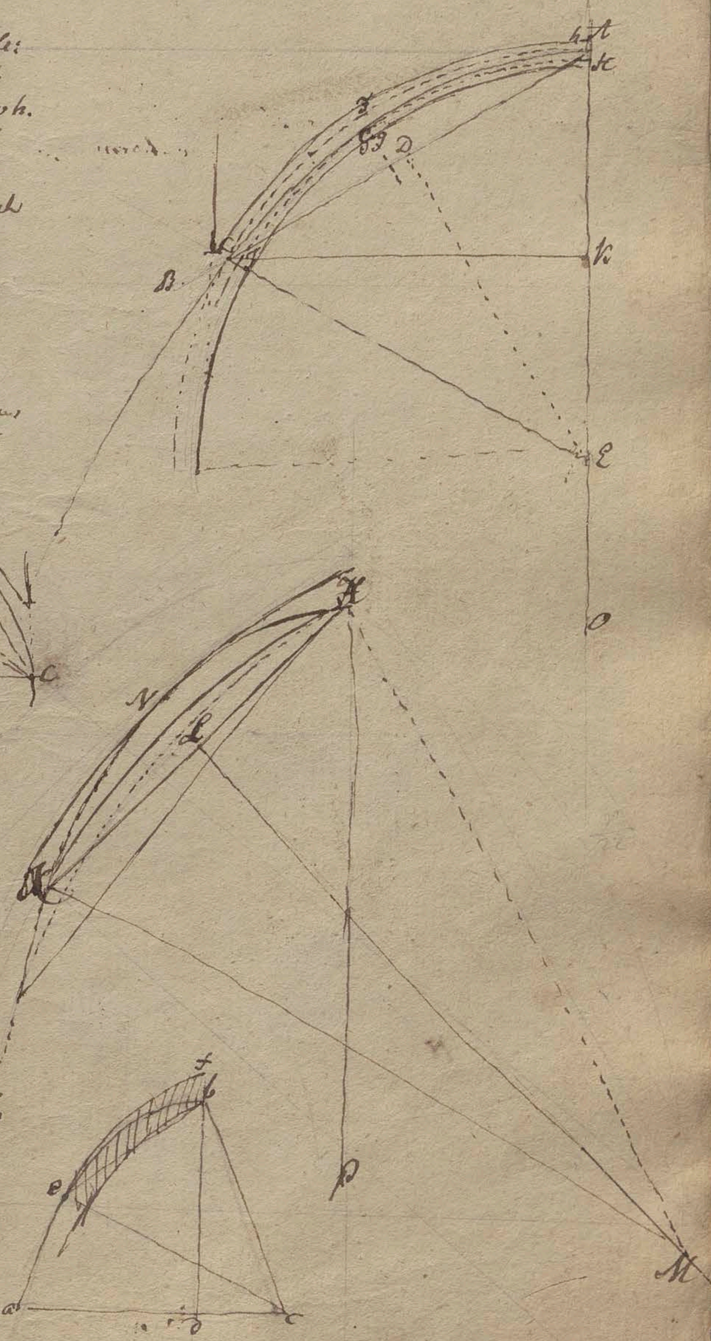
Poprowadziwszy AB pod 60°. do AD, ta
przetnie luk tancuchowy w punkcie C, ze srodka
linii FH wyprowadz ⊥ DE, z punktu E zatocz
2 luki ieden promieniem CE, drugim promieniem
GH nayblizszy srodka E na linii tancuchowey
obranego punktu.— Tak znalazłszy grubość skle:
pienia mieszczącą w sobie linię cisnien pogrub
ię o połowę z punktu G w g, i z punktu A w h.
zatocz luki promieniami Eg, Eh.— co będzie
szukaną grubością sklepienia.—

Podobnie iak w poprzedzaiących przykładach
rachuiąc będzie: AE = 1212 iako promien
GE = 1180.— więc AK = 32.— Pogrubiaiąc od
spodu i gory sklepienie o. 16. będzie cała grubość
iego 64 części względem promienia gE w swie
tle uważanego iak 1180 − 16 = 1164.— więc
$\frac{64}{1164} = \frac{1}{18{,}2}$ oznacza że grubość sklepienia w tym
razie ma się rownać $\frac{1}{18}$ promienia czyli $\frac{1}{36}$
części srednicy sklepienia.—



Aby znaleść Grubość skle:
pienia Gotyckiego, zamurowa:
nego w pachach do połowy wy:
sokości luku to iest do E.—
Wykresl linię Tancuchową
Zrob kąt KHP = EBD, linia
HK przetnie linię tancuchową
w punkcie K— ze srodka linii KH wyprowadz
⊥ LM. aż do spotkania się z linią HM
poprowadzoną pod kątem PHM = DBC.—
z punktu M zatocz 2 luki ieden promie:
niem MH, drugi promieniem MK, między
temi liniami zmieści się linia ciśnien,
pogrub sklepienie, od strony wewnętrzney i ze:
wnętrzney o ½ lub o ¼.—

Lub też udeterminowawszy punkt E. np pod
kątem ECA = 30 lub 34°.— więc pochyłość wygięto
ści w punkcie E byłaby 60° lub 56°.— Wykresliwszy
linię tancuchową szukay w tabelli punktu odpowia
daiącego iey pod 60° lub 56°.— oznacz go w e popro:
wadz eb, kąt eca = 30 lub 34°. ~~Dalej kąt
ebc = bec; i z punktu c zatocz luk Eca promie~~
~~niami ec~~ i zrob ec = EC $\frac{eb}{EB}$ i z punktu
c zatocz luk ef promieniem ec, i drugi promie
niem cb.



AE = 1212.
GE = 1180.
AK = 32

więc $\frac{AK}{GE} = \frac{32}{1180} = \frac{1}{37}$. promienia
$= \frac{1}{74}$ srednicy.

1180 | 32
96 | 37
220
224

że środek ciężkości dla łuku o 30°: iest odległy od środka O, o 0,9886 r. zatem pada za ciężkości takie cb którey ~~cięż~~ środek iest odległy od O o iloś 0,9659258. jako też za łuku db którey środek iest odległy o iloś 0,9756. – tem zaś bardziey środki ciężkości sklepien byłyby odległe. Widać znowu że spuszczone pionowie ze środków tych ciężkości nie przecinałyby w równey proporcyi ścianów,

Sklepienie do ⅓ ti. do 30° zamurowane w parkach zatem w długości ebe obeymuiące wolno 60°: stopniu znaleźć grubość cd.

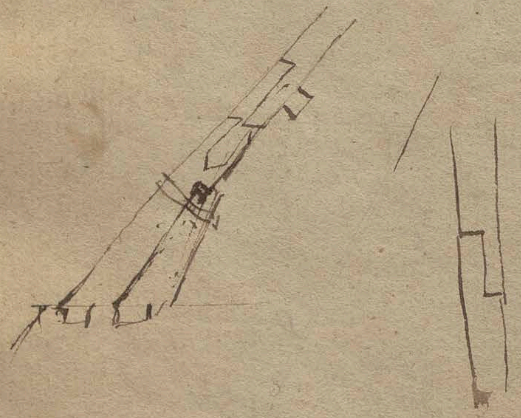
Ponieważ kąt cba $= \alpha = 15°$: zaś $ab = \frac{1}{2} bO$, więc $ac = ab \text{ tgt } 15° = \frac{1}{2} r \times 0{,}2679492 = 0{,}1339746$.

Powiększaiąc następnie kąt α o tyle o ile się zmnieyszy kąt beh $= \beta$. dla tego aby punkta d i f były na obwodzie koła, i to dopóty dopóki nie natrafi się na nie tak aby tgt α była $= \frac{1}{3}$ tgt β. wypadnie wtedy $\alpha = 17°\ 10'\ 14''$ zaś $\beta = 42°\ 49'\ 46''$

Wypadnie $ad = ab. \text{ tgt. } 17°10'14 = \frac{1}{2} r. 0{,}308989 = 0{,}154$

więc $cd = ad - ac = 0{,}02\ r = \frac{1}{50}$ promienia.

Tu więc ciężkie teorety: Sklepienie wypada tak uważaiąc aby linia tancuchowa w iego grubości bez miesciła –



$\text{tgt } 15° = 0{,}2679492.$

$\text{tgt: } 17°\ 10'\ 14'' = 0{,}308989. \times 3 = 0{,}926967$

$\text{tgt. } 42°\ 49'\ 46 = 0{,}926965.$

Ponieważ $ab = \frac{1}{2} r.$ więc

$ac = \frac{1}{2} r. \text{ tgt } 15° = 0{,}1339746.\ r.$

$ab = \frac{1}{2} r \text{ tgt: } 17°\ 10'\ 14'' = 0{,}1544945\ r.$

więc $cd = ad - ac = 0{,}02052.\ r. = \frac{1}{50}$ promienia

o Rownowadze murow pod: sklepiennych.

Mury dla swey stałosci potrzebuią pewney grubo[sci] – tem zaś większey będąc parte sklepieniem. [N]ayłatwiey więc jakiey grubosci mur wymaga ażeby swym ciężarem zrownoważył iego parcie – do[ść] [b]ędzie wypadnie część pewną nad ten stan rownowagi.

Uważac się będzie że tak sklepienie jak mur są z materyału rownie ciężkiego, aby tym sposobem powierzchnie ich przekroiu poprzecznego za ciężary mogły bydz uważane – Wszakże gdyby sklepienie np. nadto bydz z materyału lekkiego, łatwo na to możnaby mieć wzgląd –

Weźmy za przykład sklepienie połkoliste beczułkowe, do 30 stopni od posady D. to iest aż do cd w pachach zamurowane, – część więc iego tylko abcd jako wywieraiąca swe ciśnienia na mur uważac się będzie. –

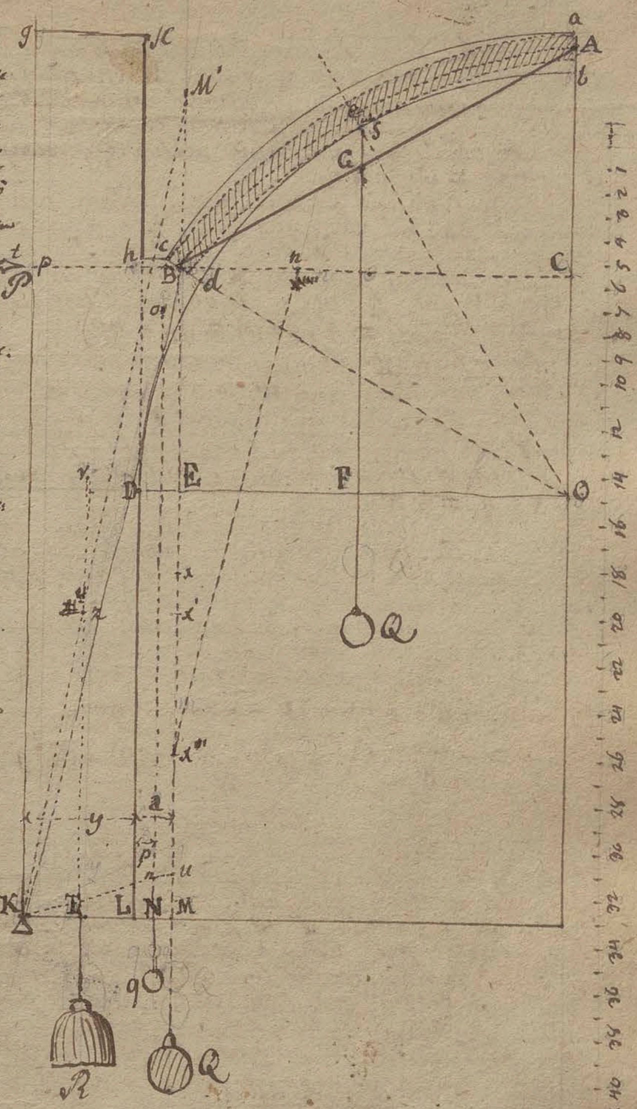
Niech linia AeB. będzie linią ciśnien czyli łancuchową w miąższosci sklepienia domyslaną; okazało się, że dla sklepienia obłąk. 120°. maiącego, trzeba dadz grubosci sklepieniu $\frac{1}{36}$ promienia, aby taż linia łancuchowa w niey znayduiące się dotykała się iego powierzchni przy operach i szczycie zewnętrzney, a z bokow od spodu. – Stosuiąc się do praktyczney zasady budowniczych, to iest daiąc $\frac{3}{12}$ promienia na grubość sklepieniowi, wypadnie zrobić $Aa = Bc = \frac{1}{36}$ promienia, oraz i ew; Prowadząc przez punkta a, w, rownoległe do linii ciśnien AeB, pas między niemi zawarty będzie słojem sklepienia rownego oporu, tem mocnieyszym im by był grubszym – Słoy ten dla lepszego rozrozumienia zakreskowało się –

Wiadomo iest że każdy punkt linii łancuchowey doznaie i wywiera iednakie ciśnienie poziome, a zatem i tutay każda część sklepienia rowne wywiera parcie na część na ktorey spoczywa i rowne temu iakie wywrze na płaszczyznę oparcia cB. –

Biorąc więc punkta A, i B w srodku słoiu sklepiennego za punkta ciśnien, poprowadźmy cięciwę AB. Obliczmy powierzchnię sklepienia abcd że srodka iey ciężkosci S. spuściwszy pionową SF. ta przetnie cięciwę w punkcie G. i w tym punkcie można przypuścić jakoby ciężar sklepienia ktory nazwijmy Q był zawieszonym. – ciężar więc Q wywrze na punkt A ciśnienie pionowe $= Q\frac{BG}{AB}$. ktore mnożąc przez dostyczną kąta ABc maiącego tutay 80°., lub też mnożąc przez $\frac{Bc}{Ac}$ otrzymamy siłę parcia poziomego w punkcie B. nazwijmy tę siłę przez S. –

Ponieważ punkt K za srodek momentow sił brać wypadnie, bo około niego mur mogłby się obrocić będąc party siłą S większą nad stan rownowagi – spusciwszy więc prostopadłą Kp na kierunek Bt siły S. i nazwawszy wysokość Kp przez m będzie moment siły rozpieraiącey = Sm. ~~co dla łatwosci rachunku zrobmy Sm = P.~~

Sił daiących odpor temu parciu szukaymy w ciężarze samego sklepienia abcd; 2° w ciężarze części iego spodniey hcdD do muru przyrosłey, 3cie w ciężarze samego muru –



KL = x.
KT = ½ x
KN = x + LN.
KM = x + LM.

Co do 1^{go} to iest ciężaru Sklepienia, to cięży pionowo całym ciężarem na punkt B. spuściwszy pionową BM. nazwiymy grubość muru szukaną KL przez y. a odstęp LM przez z. – będzie więc moment od ciężaru sklepienia pochodzący rowny $Q(y+z) = Qy + Qz$.

Co do drugiego Znaydź powierzchnią części sklepienia abdh, ktorą iako ciężar nazwiymy przez q. – Niech punkt x^{o} będzie środkiem tey cięzkości, spuściwszy pionową $x^{o}N$. i nazwawszy odstęp LN przez p, będzie Moment od tego ciężaru pochodzący $= q(y+p) = qy + qp$.

Co do trzeciego Pomnoż wysokość muru całą KI ktorą nazwiymy przez W, przez grubość iego szukaną y. – że środek iego cięzkości x spuszczony pionową xz. ta przetnie LK na 2 rowne części – będzie więc Moment ciężaru od muru pochodzący rowny $Wy \times \frac{1}{2} y = \frac{1}{2} Wy^2$.

Uwaga Gdyby mur miał bydź z cięższego materyału pomnożyłoby się ten moment przez stosunek cięzkości tego materyału względnie cięzkości materyału użytego w sklepieniu –

Że dla rownowagi potrzeba ażeby momenta sił odpor daiących wyrównały momentowi siły rozpieraiącey, będzie więc Rownanie:

$\frac{Wy^2}{2} + Qy + Qz + qy + qp = Sm.$ z czego się wyciąga

$$y = -\frac{Q+q}{W} \pm \sqrt{\frac{2(Sm - Qz - qp)}{W} + \left(\frac{Q+q}{W}\right)^2}$$

Znalazłszy tak wartość na y można sprawdzić czyli się momenta sił zrownaią, a to tak. Przenieś ciężar q z punktu N w punkt M. mnożąc go przez KN a dzieląc przez KM; przenieś także ciężar muru R, z punktu z^{o} w punkt M, mnożąc przez Kp; a dzieląc przez KM – a dodawszy ciężar Q. zrob ie wszystkie rowne linii Bx''; Siłę rozpieraiącą S zrob rowną linii Bn.; połącz punkta x''.n. z sobą, i do linii x'n poprowadź Rownoległą BK ta spotka pionową KI w punkcie K.

Przykład

Promien sklepienia OD = 18 stop. grubość sklepienia ab = 1½ stop. Punkta nacisku A i B są odległe od środka O o 19 stop. to iest znayduią się w ⅓ części grubości sklepienia od punktow a, c, Łuk Dd iest o 30°. tak więc Db o 60°. – więc Kąt ABC = 30°; Wysokość muru KI = 38 stop; wysokość BM = 27 stop.–

Powierzchnia Sklepienia $\frac{2(Oa + Ob)}{2.3} ab.\pi$ to iest = długości łuku środkiem grubości sklepienia zatoczonego przez iego grubość – więc się znaydzie

$2\left(\frac{18 + 19.5}{2}\right) \times 3,1416 \times 1,5 \times \frac{60}{360} = 29,4525$ stop □.

Powierzchnia koła ktorey R = 19½ iest = 1194. stop □
Powierzchnia koła ktorey r = 18 iest = 1018.
rożnica 176
tego ⅙ część daie $29\frac{1}{3}$ stop
a właściwie 29, 35265

Środek ciężkości S znaydzie się za pomocą Wzoru $OS = \frac{2 \text{ cięciwie } ac}{3 \text{ łuk } ac} \times \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$ gdzie $R = Oa$, $r = Ob$

lub co iedno za pomocą Wzoru $OS = \frac{76,394335 . \sin\frac{1}{2}z}{z} \times \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$
gdzie z znaczy ilość stopni kąta BOA.

$z = 60°$

Że $\sin 30° = 0,5$; $R = 19,5$; $r = 18$, będzie więc:

$$Os = \frac{76,394335 \times 0,5}{60} \times \frac{7414,875 - 5832}{380,25 - 324} = 17,9145 \text{ stop.}$$

Uwaga. W Praktyce dla Sklepień których grubość w stosunku promienia jest mała, można szukać środka ciężkości dla łuku zaraz, mym środkiem grubości sklepienia przechodzącego za pomocą wzoru $Os = \frac{\text{cięciwa}}{\text{Łuk}} \times \frac{R+r}{2}$, wypadłoby $Os =$ lub $Os = \frac{114,5915 \sin\frac{1}{2}z}{z} \times \frac{R+r}{2}$.

$$Os = \frac{114,5915 \times 0,5}{60} \times \left(\frac{19,5+18}{2}\right) = 17,905.$$

Spuściwszy pionową z punktu S. ta przetnie poziomą EO w punkcie F. i będzie $FO = Os \cos 60°$
$= 17,9145 \times 0,5 = 8,95725$.

EO zaś $= BO. \cos 30° = 19 \times 0,8660254 = 16,45483$.

Zatem $EF = EO - FO = 7,49723$ stop.

Ciężar Q wypadnie na punkt A ciśnienie pionowe $= Q \frac{BS}{AB}$ czyli $= Q \times \frac{EF}{EO} = 29,4525 \frac{7,49723}{16,45483}$
$= 13,4196.$

$$\frac{29,35265 \times 7,49723}{16,45483} = 13,37363$$

Ten ciężar mnożąc przez cotang: 30° czyli przez $\frac{DC}{CA}$ będzie parcie $S = 13,4196 \times 1,732 = 23,243$.

$13,37363 \times 1,732 = 23,16313$
lub okrągło $= 23\frac{1}{6}$
Moment parcia $= 23\frac{1}{6} \times 27 = 625\frac{1}{2}$

Tę siłę parcia mnożąc przez wysokość $BM = 27$. otrzyma się Moment parcia $= 627,561$ stop. □

$LM = DE = DO - EO = 1,54517. = z$

Będzie $KM = y + z, = y + 1,54517$.

Zatem Moment ciężaru Sklepienia Q będzie
$= Q(y+z) = 29,4525\, y + 29,4525 \times 1,54517$
$= 29,4525.\, y + 45,508.$

$29,35265.\, y + 29,35265 \times 1,54517 =$
$= 29,35265\, y + 45,6.$

Powierzchnia części sklepienia $kcdD = 9$ stop. □.
Odległość środka ciężkości jego $LN = 0,8.$
Więc Moment jej ciężaru $= 9\,(y + 0,8.)$
$= 9y + 7,2.$

Mur ma wysokość $W = 38$. grubość y, ramię momentu $= \frac{1}{2}y$. więc
Moment ciężaru Muru $= 19.\, y^2$.

Będzie więc Równanie:

$19\, y^2 + 29,4525\, y + 45,508 + 9y + 7,2. = 627,561$ czyli

$19\, y^2 + 38,4525\, y = 574,853$. czyli

$y^2 + 1,918553\, y = 30,25542$ czyli

$y^2 + 1,918553\, y + (0,959277)^2 = 30,2554 + 0,9202.$

$y = -0,95927 \pm \sqrt{31,1563}$
$= -0,95927 \pm 5,583 = 4,623$ stop.

Wkładając wartości w formułę powyższą to jest

$$y = -\frac{Q+9}{W} \pm \sqrt{\frac{2(Sm - Qz - 9p)}{W} + \left(\frac{Q+9}{2}\right)^2}$$ będzie:

$$y = -\frac{36,4525}{38} \pm \sqrt{\frac{2(627,561 - 29,4525 \times 1,54517 - 9 \times 0,8)}{38} + 0,9202}$$

$$y = -0,95927 \pm \sqrt{\frac{2(627,561 - 45,508 - 7,2)}{38} + 0,9202}$$

$$y = -0,95927 \pm \sqrt{\frac{1149,706}{38} + 0,9202}$$

$$y = -0,95927 \pm \sqrt{30,25542 + 0,9202}$$

$$y = -0,95927 \pm \sqrt{31,1756} = -0,95927 + 5,583 = 4,6 \text{ stop.}$$

$y = 4,623$ stop.

Wypadnie ciężar muru $= 38 \times 4,623 = 175,7$. stop □. przenieś go na pionową z punktu M. w punkt M'. poprowadź linią KM'. ta przetnie oś muru Tr. w punkcie Z. weź w cyrkiel TZ i przenieś z punktu B w punkt x. – na pionową BM. Podobnież zrób $Mu = q = 9$ stop. poprowadź linią ku, i rozciągnięty w cyrkiel Nn, przenieś z punktu x w punkt x'.

zrob cięzere $x'x''$ = Q to iest = 29,4525.—
Na poziomey BC, odetniy BR = S to iest
siły rozpieraiącey rowney 23,243.— poprowa:
dziwszy linią porbytą $x'''R$, i do niey podobną
rownoległe przez punkt B ta przeyść powinna
w stanie rownowagi przez punkt k.—

Punkt k będąc osią rownowagi, około
ktorego mur mogłby się obrocić, widoczna więc
że naymnieysze poderwanie muru w spodzie
od pola, lub przegnicie obaleniem go zagrażało
dla tego w praktyce nad stan rownowagi dodaie
się pewna część grubości np. ⅓ część a naymniey
¼., co zamiasto częscie czyli się użyto Ankrow, lub
się raczey mur skarpami wesprzeć woláło—

Okna, bramy, zmnieyszaią ciężar muru
dla tego w takich razach, więcey iescze grubości
dać mu wypada— co wreszcie w rachunek łat
tatwo wprowadzić— Także ieżeli mur ma mieć
fałszywe Arkady w sobie wewnątrz lub zewnątrz.

O Grubości murow pod Sklepienia ba:
niaste — krzyżowe — i inne, mowić się będzie
poźniey —

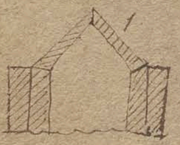
o Grubości murów Podsklepiennych i Prężeniu Sklepień

1 Można przestrzeń pomiędzy dwoma lub więcey na przeciw siebie stojącemi murami lub filarami jedno: stajnym jednym kamieniem płaskim przykryć – Kamień się nie złamie ieżeli iego siła spoynosci iest dosta: teczna, mocna choćiaż tylko będzie końcami wspierać się, wspierać na murach, nadto żadnego innego ciśnie: nia nie będzie na nie wywierać tylko pionowe. – Takie łatwo się dowieść daie podług Prawideł Sta: tyki że taki kamień wygięty w kształt łuku iescze będzie mocnieyszy i więcey dźwigać będzie w stanie mimo tego że na podpory czyli mury tylko pionowe ciśnienie wywierać będzie – iakiem np. iest Sklepie: nie z iedn nad grobowcem Theodoryka w Rawennie z iedney sztuki kamienia wycięte. – Podpory więc w tym przypadku ieśli rzecz biorąc nie potrze: buią więc tylko tyle grubości trzeby się pod ciśnieniem ciężaru pionowem nie łamały tez także przykrywać więc iest sklepieniem bo sztuki żadney nie potrzebuie do swego utrzymania się.

2 Sklepienia zwyczayne i przesklepia składaią się zwykle z wielu kamieni lub cegieł – Gdyby że można było na tak mocne i wiążące wapno układać lub kit żeby po wyschnięciu formowało całość tak mocną iak żeby iedeń wielki kamień w takimsamym kształcie wygięty, to sklepienie nie mogłoby cisnąć na podpory tylko także pionowo

3 Ztąd wypływa praktyczne prawidło: Używać do Sklepień naymocnieyszego i nayprędzey wiążącego się Zaprawy wapienney, i kłaść go iak naymniey pomiędzy Stosugi kamienia lub cegły aby Spo: jenie tem prędzey przyspieszyć – Używano więc dla tego czasem Gypsu w tym celu iako prędko spa: jaiącego.

4 Naydawnieysze Sklepienia były Egipskie składa: iące się jo przekroiu poprzecznym ie uważając / z dwoch tylko kamieni dachowato o siebie wspieranych, robiących kąt więcey lub mniey ostry rozwarty między sobą. – Taka iednak konstrukcya byłaby zbyt trudną i ko: sztowną dla przestrzen nawet mierney rozległości Jednak Rzymianie stary używali tego sposobu konstrukcie do pokrywania Ściekow czyli kanałow wielu pod:



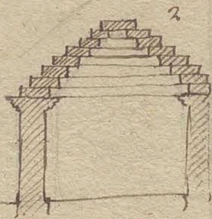
Ustanowienie równowagi między całem sklepieniem a wezgłowiem iest drugiem w nauce sklepien do rozwią: zania głownem zagadnieniem

F. Rondelet Rodes k: 181. – Naydawnieysze Pamiętniki Sklepien są iak iest mniemanie Kloaki czyli Ścieki zbudowane przez pierwszych Krolow Rzymskich mają 15' szerokości i składaią się z trzech warstw ciosow nie powiązanych między sobą ani po: spajanych wapnem. Witruwiusz iuz mowi o Sklepie: niach i do tych czas iu znayduie się wiele mostow przez dawnych Rzymian zbudowanych. – Mamy także wiele mostow i średniego wieku wielkiey szerokości które iescze zawsze zdumienia podziwienie Rondelet te Kloaki opisuie ale pokrzkiowe sobi. ... iest Sklepienie – więc tu ten przypisek więcey miejsce mieć winien.

ziennych a teraz w dobrym dosyć stanie dziś znaydu: iących się w Rzymie. — Wielka legła tak wspie: rana dachowato o siebie formuie zasklepienia tych żebrowo nawet 2 do 2½ stop szerokich. — Zważ: żo podtrzymano te sukli w Colosseum i dlatego uży: stwornaby w podobnych przypadkach używać tego sposobu iako bardzo ekonomicznego i prostego —

5 Wysuwaiące następnie ciosy nad murami do: roadowemi przestrzeń □ei nie: wielkiey, otwor tak nad sobą tak tworz pob: — Otwor środ: kowey nakoniec tak się zmniey: szy że iednym ciosem pokryty bydz może. — Niektore z Grobow: cow Starożytnych tak były po: krywane, co im dawało kształt zewnętrz piramidalny, a dlatego przypisywany temu rodzajowi Architekt: — Ten spo: sob konstrukcyi nad przysionkami peryptylow dał początek skrzyneczkom czyli kessonom wob: w ich podniebiikach — (:Borguis: 170:).

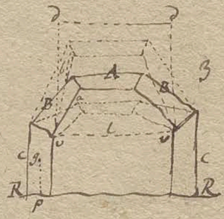
2



6 Że takcy kamienie końcami na sobie leżą nie wy: wieraią więc żadnego ciśnienia zbaczaiącego od pionu na swoie podpory czyli mury.

7 Trzy kamienie położone na sobie tak iak wrys oka: zuią sklepienie bardzo proste im będzie wyższe tem kamien średni będzie krotszym iak bo: czne. — Te 3 kamienie nazy: waią się zwornikami, średni A iest kluczem sklepienia — Pod: pory C.C są murami podsklepiennemi — nazywaią ie teraz nogami sklepien.

3



Klucz A swym ciężarem usiłuie rozeprzeć zworniki B.B. te zaś przezeń podpory C.C co się nazywa rozpieraniem sklepienia.

8 Na samo weyrzenie linii punktowanych spostrzega się: że gdyby zworniki B.B miały położenie pionowe do przecięcia sklepienia nie miałoby mieysca ale tylko ci: śnienie pionowe. — Przecięcie to będzie miało mieysce kiedy zworniki będą pochyłe, i tem będzie ciśnienie im kąt ich pochylenia z położeniem klucza A będzie rozwartszy; to iest im sklepienie będzie niższem.

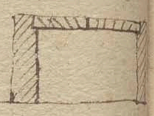
9 Im sklepienie iest grubsze a zatem cięższe tem też i parcie ~~bed~~ iego będzie większe —

10 Lecz przeciwnie ~~[illegible]~~ ieżeli sklepienie iest zbyt cienkie może się złamać swoim ciężarem chociażby opory były

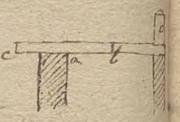
1831
580
1411

A Takie sklepienie może się utrzymać byle podpor ciężar był dosyć wielki iżby się tak wsparte o się ciosy nie rozwodziły. — Rondelet

B Doświadczenie nauczyło że tem te ciosy będą bardziey rozpierać przy iedney ciężkości im ~~szerszy~~ kąt ostrzejszy między sobą będą robić. Tak żeby było przecięcie największe dla poziomo z sobą w środku zetkniętych — fig. pob:



C Jednak uważać trzeba że można roz: pieranie uniknąć zupełnie lub w czę: ści robiąc ciosy długie aby połowę swey długości lub znaczną częścią swą na murze leżały, iak np. robiąc ac = ab. Można ieszcze uniknąć rozbicia ich zbyt długich obciążaiąc ie nad oparciami iak w d. W pierwszym razie widoczna iest że ieżeli tyle kamienia zostanie w tyle za podporą a ile iey wolno występuie ac dużo tego części zostaną w rownowadze bez żadney pomocy. — Podobny skutek się otrzyma obciążaiąc część tylną. Rondelet.



(D) Jeżeli zamiast dwoch kamieni porownych użyć się więcey można i tym sposobem wypu: szczaiąc iedne z drugich przykryć przestrzeń; i także pokrycie przecięcia żadnego używane nie będzie, lecz wewnątrz robią się zęby ze: dents których cierpieć nie można. — Obcinaiąc zaś zęby wstaną ostre krawędzie w ciosach a zatem słabe znosić w pełnicie ciosy w rownowadze zostaiące i na tych krawędziach opieraiące się — Lecz sposobu tego w stopnie uży: cia np: na grobowcu iak Rondelet widział użycie tego. — Ciosy odbity wgłębioni na 15 cali wewnątrz, było ich 4 i w środku pozostawała przestrzeń □ porównana na 5 stop w □, więc przestrzeń miała 15 stop w świetle w □.

E Jeżeli zamiast kładzenia ciosowo na płask zrobi się z nich wielobok. fig. pob. abcd. tak że się ciosy w spoinach pod rownemi kątami spotykaią, także ciosy można ułożyć w zupełney rownowa: dze. Lecz i ten rodzay konstrukcyi. Lecz że i ten kształt nie mogł bydź nay pięknieyszy podawano spodzie ich pozornie w połkole ~~co dało początek~~ iako linią krzywą nayprzyiemnieyszą, co może że dało myśl układania więcey takich ciosow w połkole i początek sklepieniom. — By dorowniecoh się Rondelet że studnie z ciosow klinowych, kolumny, baszty okrągłe wprzod mogły bydź znane, ciosy w tych warstwami poziomemi wszystkie mogły bydź, wszystkie i do sklepien układane pionowo w obłęki. Lecz na tę myśl nie zaraz napadnięto. Dla wątpliwości czyli się w tem położeniu mocno utrzymywać mogły.

G Sklepienia z ciosu tego rodzaiu naydawnieysze które istnieią są kloaki Rzymskie budowane za panowania Tarkwiniusza I., na 580 lat przed erą rzymską. lat przed epoką teraźnieyszą — (dzisiay 1411 lat).

Wielu teraźnieyszych autorow mniemało podług wspaniałego opisu tych kloak przez Denysa z Halikarnasu, i przez Pliniusza że dzieła podobne nie mogły bydź przedsiębrane przez Rzymian w czasie kiedy ci woiownictwem się głowna

iak naymocnieysza — Potrzeba więc dawać mu grubość dostateczną przez wzgląd na twardość i moc materyału z którego ma się stawiać, unikając zbytku zbytecznie powiększyć ciężaru a zatem rozpierania większego na opory.

11 Prężenie więc Sklepień zawisło od dwoch głownych przedmiotow. od formy mniey więcey wyniosłey lub spłaszczoney sklepienia, i od iego grubości czyli ciężaru.

12 Odpor murow podsklepiennych cc powiększa się ~~ich ciężarem i szerokością ich~~ im te są cięższe i im są szersze od spodu to iest im ich podstawa iest szersza; przeciwnie zaś zmnieysza się im są wyższe; bo ich wysokość staie się ramieniem drąga siłe pchaiącey i usiłuiącey przewrocić ie około punktow kk. gdy tymczasem ich massa tem skutecznieyszy odpor dawać będzie tey sile im linia pionowa od srzodka ciężkości muru poprowadzona daley będzie przecinać podstawę w punkcie p od punktu k.

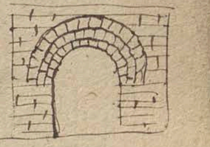
13 Powiedziało się że wysokość podpor czyli murow podsklepiennych pomnieysza odpor przeciw sile pchaiącey lecz przez tę wysokość trzeba uważać tylko aż do wiedzaków czyli początkow sklepienia v v, bo ~~wyż~~ ~~muru~~ nadmurowania nad temi murami zamiast pomnieyszyć owszem powiększaią ~~mo~~ siłę odporu i to tem bardziey im będą wyższe — Istotną iest rzeczą nie spuszczać z pamięci tey uwagi — Architekci ktorzy wielką liczbę struktur Gotyckich powystawiali znali to dobrze, bo ~~nad~~ nie mogąc murow podwyższać stawiali ~~na nich~~ Obeliszki na podporach Sklepiennych. Że obeliszki są zwykle uważane ~~iako~~ za przedmioty tylko przyozdabiaiące, kiedy rzeczywiście przyczyniaią się skutecznie do utwierdzenia murow samych przeciw rozpieraniu Sklepień.

14 Zasady te na 3 kamieniach wyiaśnione maią swoie zastosowanie i dla sklepień o 5. 7. 9 itd Zwornikach — Im liczba Zwornikow będzie większa tem wielobok regularny zbliżać się będzie do połkoła

15 Jest także rzeczą widoczną że kiedy na podporę cisną dwie lub więcey sił rownych i z stron przeciwległych, ciśnienia te niszczą się wzaiemnie a podpora ciśniona będzie ~~przez nie~~ tylko pionowo tyle ~~ich~~ ciężaru ~~wynosi iey~~ części sklepienia iey odpowiadaiący wynosi, dla czego widziemy w wielu Gockich kościołach słupy nadzwyczay wysmukłe z mnoższe części Sklepień na nich wsparte obustronnie sobie

nie kunsztami zatrudniali, broniąc się przeciw sąsiadom wszystkim lecz Tarkwiniusz urodzony w Etruryi sprowadził do Rzymu wiele ludzi uczonych i sztuki porządkuiących — Wreszcie położenie bagniste doliny Rzymu przedzielaiących 7 gor colline wymagać musiało podobnych zakładow, dla osuszenia niskich części miasta, części Forum zwaney — Sklepienie tey części Kloaki iest z Ciosu bez wapna kładzionego, wyscie ~~iego~~ iey przy Tybrze ma 14 stop szerokości, Sklepienie składa się z potroynego rzędu zwornikow koncentrycznych ktorych spoienia są w przerzęsie z sobą — kondekt —

Podług świadectwa ~~Tak~~ C. Aquiliusza że rzeki będąc zaniedbane że woda niemi płynąc nie mogła, kosztowało 1000 talentow (6 milionow frankow) ich przywrocenie do dobrego stanu.



rownowagę robiące; słupy te zadziwiaiące nieznaiomych; pospolstwo nie maią nic zadziwiaiącego podług praw Statyki.

16 Sklepienie tem będzie lepsze im iego massa ~~m~~ mieć będzie więcey spoynosci — Powiedziało się że Sklepienie z cegły lub Kamienia łamanego takiego w 6 miesięcy nabywa statości czyli konsystencyi, że się zmieniacza w massę porba: wioną przerznia na bok. — Skutek ten cześciey prędzey i pewniey nastąpnie w Sklepieniach z Kamionki. — Sklepienia z Kamienia cioso: wego nie mogą ~~się~~ niebydz zapomocą zaprawy wapienney tak wielkiey spoynosci; dla czego Starożytni nadgradzali to klamrowaniem żelaznem — czopowaniem iak się wyzey powiedziało.

17 Choćiaż działanie wapna iednoczy wszystkie częsci sklepienia z sobą, nie idzie iednak stąd żeby to nie mogło pęknąć ieżeli podpory nie będą utwierdzone tak żeby ~~się~~ opadać nierowno miały bądź dla niedobranych fundamentow do gruntu twardego, bądź przez obleganie się mu: row swiezych, i w tych przypadkach przerznie Skle pień musi ~~mieć~~ skutek swoy wywierać i u: siłować przewrócić podpory nie maiące wymia: row przyzwoitych.

18 Dla czego zawisło wiele takoy na ustaleniu naylepszym iak bydz może gruntu pod takowe podpory, i nie rozpoczynać Sklepien poki te podpory czyli mury lub filary nie obległy się i nie zżeraią tyle że iuz pod cięzarem Sklepien więcey obległ się nie będą. —

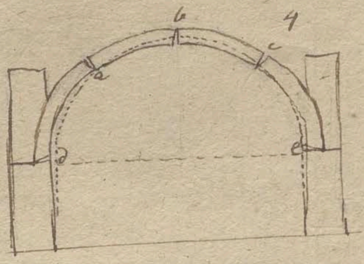
19 Kopuła S. Genowefy w Paryżu iuz była grozita upadkiem dla tego że łuki w filarach iey ~~nie dotyk~~ ~~kały się~~ nie całemi swoiemi powierzchniami na sobie leżały ale tylko się dotykały krawędziami. — Łu: czyki więc pękały rownolegle do ich powierzchni.

20 Ważna iest rzecza wiedzieć w ktorym mieysca Sklepienia pęknąć winny ~~kiedy~~ z przyczyny ~~nie~~ nie utwierdzonych podpor dostatecznie.

21 De la Hire twierdzi że sklepienia półkoliste pę kaią ku srodkowi pach czyli potsklepien. to iest o 45°. od srodka biorąc koła nad posadami

Koller twierdzi że sklepienia wtedy się walą kiedy pęka pionowo (więc podług niego rozpadliny nie są 1^{e} do obło czystości sklepien) za naysłabszą częsc Sklepienia uważa bydz klucz czyli iego część naywyższą w rowney mie loci ktora iest większą w sklepieniach spłaszczonych iak półkolistych —

i że w Sklepieniach spłaszczonych o $\frac{1}{3}$ części i
zrobionych z 3 łuków koła każden o 60.° pęka:
nie iest w mieysca łączenia się łuków.
Doświadczenia późnieysze potwierdziły to ~~prawdę~~
22 P. Boistard robił doświadczenia w wielkim wy:
miarze dla przekonania się iak się robi pękanie
Sklepień, przekonał się że w przypadku kiedy to
pękanie ma nastąpić, część wierzchnia Sklepienia
zamiast ześliznąć iedne sztukę po drugich stosugach
pęknienia czyli ~~rysach~~ rozpadlinach a, c, podzieła się na dwie części
które się zaczynaią przy kluczu i w pachach, dwie



drugie części Sklepienia
odpychane są zewnątrz
i zmuszane obrócić się
ku Kobelistości wier:
zchniey Extrados na
~~ich~~ rozpadlinach krawędzi spodniey.
W tym zenowieniu
pękania Sklepienia
każda część Sklepienia
usilnie odwrócić się ~~o kraw~~ około krawędzi tych
Zworników które się ściskaią ~~przy tey zmianie poło:~~
~~żenia Sklepienia~~ to iest. w b przy kluczu około kraw:
dzi rysy wierzchniey, niemniey przy posadach de, zaś
przy krawędzi spodniey rys a, c w pachach —
23 Ponieważ więc z doświadczenia wiemy że Sklepie:
nia się padać poczynaią ku środkowi w pachach
należy więc dla zapobieżenia temu wzmocnić Skle:
pienia w tych mieyscach, to iest zapełniać murem
pachy ~~do~~ do połowie wysokości Sklepień.
24 Niektórzy konstruktorowie zamiast wzmacniać
Sklepienia w całey ich długości, robią w odległości równey
$\frac{1}{3}$ rozpiętości Sklepień murki w pachach nakształt
wsporów na grzbietach sklepień dając im na grubość
$\frac{1}{10}$ część ich odległości. pachy między temi murkami
wypełniaią rumem suchym. — i pokrywaią to war:
stwą gipsu lub wapna —
25 Jest ieszcze inny sposób nie tak obciążaiący Skle:
pienia robiąc fałszywe kapy w ~~kapach~~ Pachach. — ale
iest kosztownieyszy.

26 Wielu [Matematyków] dystyngwowanych zaymowało się teoryą Sklepień — wyprowadzili formuły mniey więcey skomplikowane często lecz w praktyce użycia mieć nie mogące iako wielkiego rachunku wymagające nadewszystko zaś że teoryę swą opierali na zasadach wątpliwych ieżeli nie zupełnie fałszywych. Ze wszystkich tych sposobów Teorya ta iest przyjęta powszechnie chociaż i tak nie iest wolna od fałszywych przypuszczeń, że te iednak są wszystkie na teoryi większey mocy, i że iego formuły są proste i łatwey applikacyi dano im więc pierwszeństwo; zresztą doświadczenie okazało że można bez obawy używać iego rezultatów z niey wypadaiących.

27 Przypuszcza on że sklepienia nie maiące dosyć silnych podpór, rozpadaią się w srzodku pachy zwara część wierzchnia Sklepienia iako klin który swym ciężarem usiłuie rozeprzeć inne dwie części Sklepienia, te zaś dwie części tak mocno związane i podporami że z niemi iedno całość nierozdzielną stanowią aż do wierzchu fundamentu.—

28 Daley przypuszcza że sklepienie nie może pęknąć bez opadnięcia czyli usunięcia się na dół klina całkowitego po rysach pęknięcia i tym sposobem odpychaiąc nieco podpory na boki — nakoniec nie przypuszcza żadnego tarcia na stycznych zworników po których się klin ma zsuwać — ani wapna

Na tych zasadach opiera rachunek grubości murów czyli podpór Sklepiennych —

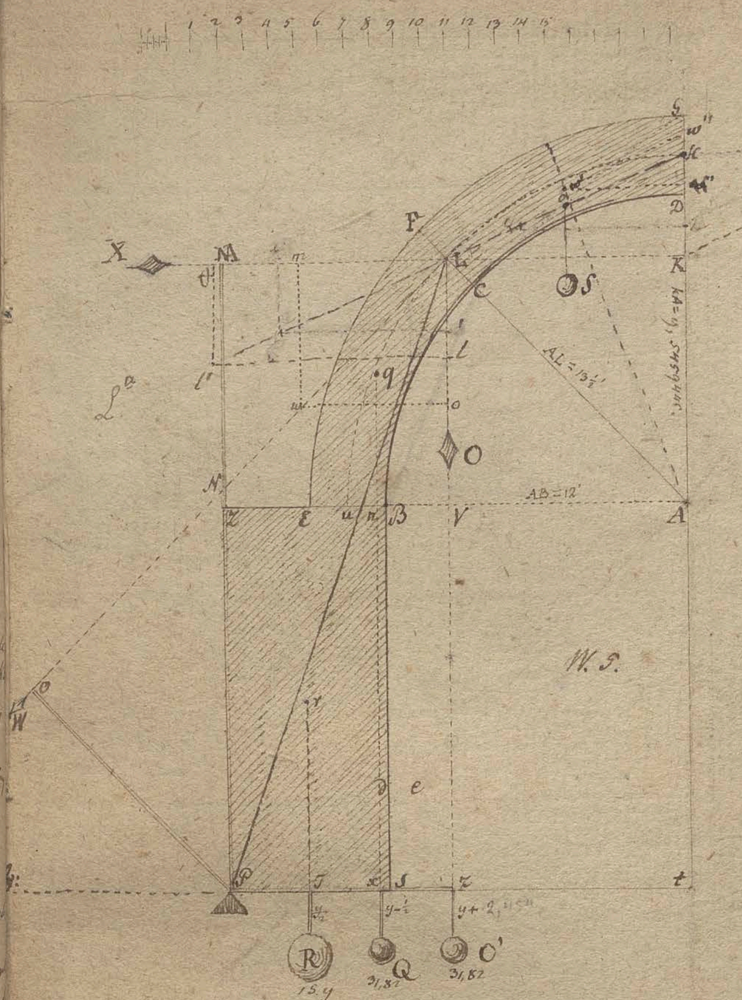
29 Niech EBDG oznacza potowę sklepienia [Półcirkłowego] na murze PSBZ wspartey iako podporze którey grubość PS ma się wynaleźć. — Promień AB niech ma 12 stop. Grubość Sklepienia DG = 3 stopy. Poprowadź srzodkiem tey grubości półkole — podziel łuk BcD na 2 równe części i poprowadź promień AF, Linia CF będzie oznaczać gdzie by Sklepienie pęknąć mogło a zarazem punkt w którym srzodkiem będzie się uważał za środek naćisku czyli pręcia Sklepienia FGDc iako klina usiłuiącego rozeprzeć część Sklepienia FcBE wraz z murem ZBSP z którym się nierozdzielnie spoioną przypuszcza, tak że gdyby to rozparcie nastąpić miało, nie mogłoby tylko na podstawku P obrócić ten mur. To parcie wyższey części Sklepienia iako klinica na powierzchnią Fc [czyli prostopadle] do punktu E

Można przyjąć że dopiero na początku 17go wieku poczęto we Francyi doćiekać równowagi pomiędzy Zwornikami Sklepień, i dochodzić matematycznie grubości równie iak grubości oporów.

można dowieść że to mieysce iest naynieskorzystnieyszym i klin mniey rozpiera bardziey nieżeli w którymkolwiek mieyscu pęknie.
Punkt naćisku który w srzodku grubości sklepi rozpadliny czyli Fugorii Zwornikowo — Lecz, aby tylko całkowity klin opadł cały naćisk przenosi się na spodni punkt rozpadliny i wtenczas drąg siły rozpieraiącey się zmnieysza.

Przypuszczenie to że spoienia czyli stoyki Sklepień są doskonale gładkie tyle tylko przyjęte być może o ile rzecz o to chodzi aby [dosyć] grubości oporów i Sklepień nie wyznaczyć a z podobney bukszteli szybko. — Dla murów podsklepiennych wymagał wprawdzie kilka lat — Lecz dla innych przyczyn Sklepienia muszą być zaraz po ukończeniu rozebrane — a ścisłość za nie nie rachuie.

Z ciosu to więcey mocy nabywaią przez równowagę Zworników niżeli od wapna — To przypuszczenie iest na korzyść bezpieczeństwa, tarcie zostawmy zatem pominąwszy wszystkich przedsięwziętych doświadczeń Elementem niczy doskonale nie wy[illegible] [illegible] się oznaczyć. — Korzyść mocy wapna podług równego iego wdziania i wysechnięcia także nie została rachunku pewnego. — Gdyby się uważało wapno tak mocne i skuwadziałe iak zwornik lub część, Sklepienie wywierałoby także przecież na opory iak gdyby z iednego kamienia było wykute — Obciążenie w wierzchu mogłoby zatrzymać Lecz to zdanie musiałoby się uważać [prawdziwie] podług mocy zawartey klatki



Zrobmy AB = a
BE = g.
PZ = b.
PS = y.
XS = d
SZ = e
PM = w

Ciężar sklepienia = S.
Pręzenie czyli siła W = $S\sqrt{2}$.
Pręzenie horyzontalne X } $= \frac{W}{\sqrt{2}} = S\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = S.$
Cisnienie pionowe – O }
Moment siły rozpierającey = PM × X = PM × S. = wS.
Niech ciężar muru PBZ będzie = by. = R
PT = $\frac{y}{2}$
więc moment ciężaru muru będzie = by × $\frac{y}{2}$ = $\frac{1}{2}by^2$
Ciężar sklepienia SBCF = Q
Niech XS = d.
więc Moment ciężaru O, będzie = Q × (y − d) = S (y − d)
Ciężar Sklepienia FCDS na punkt L pionowy iest
iak wyzey = S.
Ramie drąga PZ = y + e. więc moment ciężaru
od tego ciężaru będzie. S × (y + e).
Będzie więc zrownanie:

$wS = \frac{1}{2}by^2 + S(y-d) + S(y+e)$. czyli

$wS = \frac{by^2}{2} + Sy - Sd + Sy + Se = \frac{by^2}{2} + 2Sy - Sd + Se$

$S(w + d - e) = \frac{by^2}{2} + 2Sy.$

$\frac{2S}{b}(w + d - e) = y^2 + \frac{4Sy}{b}.$

$\frac{2S}{b}(w + d - e) + \left(\frac{2S}{b}\right) = y^2 + \frac{4Sy}{b} + \left(\frac{2S}{b}\right)^2$

$y + \frac{2S}{b} = \pm\sqrt{\frac{2S}{b}(w + d - e) + \left(\frac{2S}{b}\right)^2}$

$y = -\frac{2S}{b} \pm \sqrt{\frac{2S}{b}(w + d - e) + \frac{2S^2}{b}}.$

Proba.

$S\sqrt{2} \times \frac{w - y - e}{\sqrt{2}} = S(w - y - e)$

$Sw - Sy - Se = \frac{1}{2}by^2 + Sy - Sd.$

$Sw - Se + Sd = \frac{1}{2}by^2 + 2Sy.$

$\frac{2S}{b}(w - e + d) = y^2 + \frac{4Sy}{b}$

$\frac{2S}{b}(w - e + d) + (2S)^2 = y^2 + 4Sy + \left(\frac{2S}{b}\right)^2$

$y = -\frac{2S}{b} \pm \sqrt{\frac{2S}{b}(w + d - e) + \left(\frac{2S}{b}\right)^2}.$

mur PBCFE musiałby się obrocić około podstawka P nieruchomego.–

Tu się narysowało połowę tylko Sklepienia ciążącego FSDC – Gdybyśmy bowiem sobie wystawili całą tę część to iest dwa razy FSDC iako Klin swoim ciężarem usiłuiący rozeprzeć dwa mury przeciwległe, rozwierałby siłę swoią iednakowo na obie strony, a zatem połowa iego ciężaru byłaby rowne siłą cisnącą na każdy mur w szczegolności – iżeli się więc tu rachunek dla iedney strony przy tczy stwierz może i dla drugiey.

• Powierzchnią więc części gorney sklepienia FSDC biorąc za ciężar Klina prężącego na rownią pochyłą FC który w punkcie L zgromadzony się bierze, kierunek siły cisnącey będzie podług linii ~~prost~~ LO prostopadłey do FC.

Wynaydziemy powierzchnią Sklepienia FSDC, szukaiąc powierzchni koła którego promien AC = 12'. oraz powierzchni koła ktorego promien AF = 15'. wziąwszy $\frac{1}{8}$ część z ich rożnicy bo wycinki CAD FAS są $\frac{1}{8}$ tych powierzchni otrzymamy powierzchnią sklepienia FSDC. = Stop □ 32.

bo Powier: ○ ktorego Promień $AC = 12^2 \times 3{,}1416 = 452{,}39$ 3,1415926
$AF = 15^2 \times 3{,}1416 = 706{,}86.$

$\frac{1}{8}$ ich rożnicy będzie 31,82 Stop kwadratowych lub okrągło 32 stop. □

~~Podług~~ Z mechaniki wiemy że siła popędzaiąca klin a ktorą tutay iest iego własny ciężar 32 stop □ ma się do siły ktorą wywiera na punkt L w kierunku prostopadłym do iego boku FA ma się iak głowa iego do tego boku czyli iak się ma Linia LK : LA. zas w tym przypadku linia LK iest bokiem □ a LA iego przekątną bo LK=KA. zas bok □^u ma się do swey przekątni iak 1 : $\sqrt{2}$. czyli iak 1 : 1,4142135 (lub iak 0,70710675 : 1 :); mnożąc więc 31,82 stop przez 1,4142135 otrzymamy Stop □ 45,~~00~~ ~~kwadr.~~ na siłę cisnącą <u>W</u> na punkt L w kierunku LO.

Spusciwszy ~~od~~ od podstawka P $\perp^a$ na LO. Siła ta 45 Stop pomnożona przez tę $\perp^a$. PO byłaby momentem siły usiłuiącey przewrocić mur około podstawka P. ale ten punkt P iest niewiadomy bo zawisł od grubosci muru PS ktorey szukamy. – Dla tego.

~~Uwa~~ Rozłożmy siłę <u>W</u> cisnącą w punkcie L na dwie inne <u>X</u> i <u>O</u> z ktorych iedna X uważać się może iako wywieraiąca swoią moc horyzontalnie w kierunku LX i iakoby w punkcie M. na ramieniu drąga MP zaczepiona, druga zas <u>O</u> cisnąca pionowo w kierunku LZ czyniąca nie iaki odpor pierwszey i w punkcie <u>Z</u>. na ramieniu drąga PZ zawieszona –

Zrobiwszy rownoległobok <u>mLow</u> siła <u>W</u> będzie wyrażona przez Lw., dwie siły <u>X</u> <u>O</u> przez linie Lm Lo. Że w niniejszym przykładzie figura <u>mLow</u> iest Kwadratem więc się dwie siły <u>O</u>. X będą sobie rowne i znaydą się mnożąc siłę W czyli Stop 45 przez 0,70710675; więc na odwrot znaydą się te siły każda rowna 31,82 stop □ to iest tyle ile wynosił profil sklepienia ciążącego FCDS. –

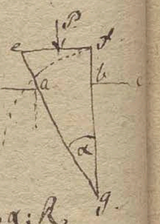
Mnożąc siłę X przez iey ramię MP otrzymamy Moment Siły usiłuiącey mur przewrocić, tym końcem daymy że wypada zrobić wysokość muru BS = 15 stop. – że MZ = KA = 13½ X 0,70710675 = Stop 9,546. więc ~~44 X 9,546 = 420 na Moment Siły dążący mur przewrocić~~ – MP = 15 + 9,546 = 24,546.

Mnożąc 31,82 X 24,546 wypadnie:

(A) <u>Moment siły prężącey Sklepienia na mur 781 ~~Stop~~.</u>

31,82 X 23,48528

Podług własności Klina iest: że siła poziomo rozpieraiąca to iest w kierunkach ad, bc rowna się sile P. X. $\frac{fg}{ef} = P\,\frac{w}{g}$
gdzie <u>g</u> oznacza głowę klina a <u>w</u> wysokość czyli siła P ma się do parcia <u>p</u> iak g : w ~~czyli~~ czyli iak ef : fg.
Biorąc fg za promień więc ef będzie styczna kąta α i będzie P : p = styczn. α : R
więc $p = \frac{P}{\text{stycz.}\,\alpha}$



Naziwiymy gruboś szukaną muru PS = y. więc powierzchnia muru będzie = BS X PS = 15y. ze środka ciężkości iey v spuśćmy pionową vT i uważaymy powierzchnią tego muru iako ciężar R zawieszony w T to iest w środku linii PS (: bo mur iest iedney grubości wszędzie i pionowy :) więc ciężar R pomnożony przez ramię PT czyli $15y \times \frac{y}{2}$

(B) czyli $7{,}5\,y^2$ będzie momentem siły z ciężaru muru pochodzącym daiącym odpór parciu Sklepienia.

Z punktu g iako ze środka ciężkości Zwornika EFCB spuśćmy pionową gx, że powierzchnia tego Zwornika iest równa powierzchni FCDG zatem ma 31,82 stop □ więc ciężar Q będzie miał 31,82 stop. weźmy w teraz linią xS. niech ta będzie = ½ stopy. więc ramię drąga Px będzie $= y - \frac{1}{2}$. Mnożąc

(C) Q X Px wypadnie $31{,}82 \times (y - \frac{1}{2})$ czyli $31{,}82y - 15{,}91$ na moment siły odporney z przyczyny ciężaru Zwornika EFCB pochodzącey.

Z punktu L spuszczona pionowa Lz okazała punkt z zawieszenia ciężaru O' wyżey wspomnionego, i pochodzącego wynikłego z rozkładu sił na punkt L. tę się znalazło równą 31,82 stopom □. że zt = LA, zaś LA = 9,546', a St = 12' więc Sz będzie = St − LA = 12 − 9,546 = 2,454. stop; ramię więc Pz będzie = y + 2,454. [3,51472] Mnożąc ciężar O' przez to ramię wypadnie $31{,}82 \times (y + 2{,}454) =$ [111,8...]

(D). $= 31{,}82\,y + 78{,}0863$. na moment trzeciey siły odporney —

Lecz w stanie równowagi trzy momenta sił B, C, D powinny się równać momentowi A. więc mieć będziemy.

[111,8384] [747,3016]

$7{,}5y^2 + 31{,}82y - 15{,}91 + 31{,}82y + 78{,}0863 = 781.$

$7{,}5y^2 + 63{,}64\,y + 62{,}1763 = 781.$

$y^2 + \frac{63{,}64\,y}{7{,}5} = \frac{781 - 62{,}1763}{7{,}5} = 95{,}8431.$

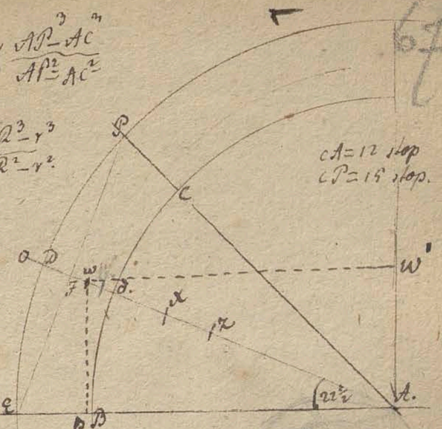
$y^2 + 8{,}485333\,y + (4{,}242666)^2 = 95{,}8431 + (4{,}242666)^2$

$y + 4{,}242666 = \sqrt{(95{,}8431 + (4{,}242666)^2}$

$y = \sqrt{(113{,}8433)} - 4{,}24266. = 6{,}427$ [06] stop czyli stop 6 cali 5⅛.

$Aw = \frac{2}{3}\frac{EP}{EDP} \times \frac{AP^3 - AC^3}{AP^2 - AC^2}$

$\frac{2\,(\mathrm{Wst}: \frac{1}{2} PAE)}{3\ \mathrm{Luk}} \times \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$



30 Jak się znaydzie środek ciężkości części Sklepienia EPCB.?

wiemy że środek ciężkości wycinka koła znayduie się na promieniu AO dzielącym go na 2 równe części, i że ten środek ciężkości iest odległym od środka A. o dwa razy wziętą cięciwę łuku pomnożoną przez promień, i podzieloną przez 3. razy wziętą długość łuku. — więc środek ciężkości wycinka koła EDPA ~~maiącego~~ będzie równy $\frac{2 \times PE \times PA}{3 \times EDP}$;

Ponieważ tu Promień PA iest 15 stop. a wycinek iest ósmą częścią koła, więc długość łuku EDP będzie równa $\frac{30' \times \pi}{8} = \frac{30 \times 3{,}14159\ldots}{8} = 11{,}78096.$

Cięciwa PE iest = 2 razy wstawić Sinusa PAO o 22½ stopnia, Log. Wst 22°30' = 9,5828397. co odpowiada liczbie 0,382683, więc Cięciwa będzie 0,76537 Promienia że promień = 15 stop więc cięciwa EP = 11,48055 stop: więc odległość środka ciężkości X ~~od~~ wycinka koła od środka koła A to iest $AX = \frac{2 \times 11{,}48055 \times 15}{3 \times 11{,}78096} = 9{,}745$

Podobnież rachuiąc znaydzie się środek ciężkości z. dla wycinka BDCA odległy od środka A czyli

$Az = \frac{2 \times CB \times CA}{3, CDB} = \frac{2 \times 9{,}18444 \times 12}{3 \times 9{,}42477} = 7{,}796$ stop.

~~Moment odcinka EDPA wz~~

Powierzchnia odcinka $EDPA = \frac{EDP \times AP}{2} = \frac{11{,}78096 \times 15}{2} = 88{,}375$

odcinka $BDCA = \frac{BDC \times CA}{2} = \frac{9{,}42477 \times 12}{2} = 56{,}5466$

Więc Moment odcinka EDPA względem punktu A będzie równy 88,375 X 9,745 = 861,2 (A)

Moment odcinka BDCA względem punktu A będzie równy 56,54662 X 7,796. = 440,84 (B)

Odciągnąwszy powierzchnie dwoch odcinkow tych od siebie będziemy mieli powierzchnią EDPCDA = 88,375 − 56,54662 = 31,82838. Robiąc w W. środek ciężkości iey będzie moment Powierzchni EDPCDB względem środka A = Aw X 31,8284 (C).

D. √113,8433 = 10,645. 10,66972.

Proba

31\. Gdyby się uważało siłę W. w punkcie O zawieszoną znalazłoby się iey moment mnożąc siłę W przez ramię PO. – lecz ramię PO znaydzie się:

Przeciągnij tP aż do spotkania się z linią LO przedłużoną w punkcie q. będzie zq = zL, że zaś zP = y + zS = 6,42706 + 2,454055 = 8,8811155 więc Pq = 24,5459445 – 8,8811155 = 15,664829.

Zaś ponieważ PO iest bokiem kwadratu którego przekątnią iest Pq więc będzie = 15,664829 × 0,70710675 = 11,0767.

Zatem siła W mnożona przez swoie ramię PO będzie = 45 × 11,0767 = 498,4. – (E).

Mnożąc powierzchnię zrzem przez ramię drąga PT to iest. 15 × 6,42706 × 3,21353 wypadnie moment siły R = 309,8. (F)

Podobnież mnożąc ciężar Q przez iego ramię Px czyli 31,82 × $y - \frac{1}{2}$ czyli 31,82 × 5,92706 wypadnie 188,6. – (G)

Te dwa momenta dodane t. i.

	309,8	(F)
	188,6	(G)
czynią razem —	498,4.	tak

co się zgadza z momentem ciśnienia Sklepienia (E).

Proba 2a

33\. Przeniosłszy ciężar R w koniec drąga z. będzie ten ciężar przeniesiony bydź powinien równy $\frac{R \times PT}{Pz}$ czyli = $\frac{3098}{8,8811155}$ = 34,883.

Przeniosłszy ciężar Q podobnież na koniec z ten będzie równy $\frac{Q \times Px}{Pz} = \frac{188,6}{8,8811155}$ = 21,236.

Ciężar C. wynosi w tym końcu zawieszony 31,82.

Więc wszystkie te 3 ciężary razem więcej na punkcie z. zawieszona będą wynosić

	34,883
	21,236
	31,82
razem:	87,939

~~Ciężar~~ Siła X w M działaiąca wynosiła 31,82.

~~więc~~ Te dwie siły mogą bydź oznaczone przez długość liniów LZ i LM ponieważ ~~pomi~~ takie sam mieć między sobą stosunek, bo Lz = 24,5459, a LM = = Pz = 8,88112 to iest mamy proporcyę: 87,939 : 31,82 = 24,5459 : 8,88112. gdzie mnogość skraynych wyrazow = mnogości średnich, zkąd wypływa że iedna złożona siła z tych dwoch

Na Osi AD powinny dwa momenta (C) i (B) bydź równe momentowi (A) zatem

Aw × 31,8284 ~~–~~ 440,84 = 861. więc :

$$Aw = \frac{861,2 - 440,84}{31,8284} = 13,2061. = 13,21 \text{ blisko}$$

32 NB Możnaby krotszym sposobem doyść Aw przez formułę:

$$Aw = \frac{2 \times EP}{3 \times 2DP} \times \frac{AP^3 - AC^3}{AP^2 - AC^2}$$

$$Aw = \frac{2 \times 11,48355}{3 \times 11,48096} \times \frac{15^3 - 12^3}{15^2 - 12} \frac{= 22,96710}{35,34288} \times \frac{1647}{81.}$$

$$= \frac{37826,8137}{2862,77328} = 13,21 \text{ blisko.}$$

Że kąt wAp = 22° 30′ więc dostawa iego Ap będzie = 12,2044528. stop. –

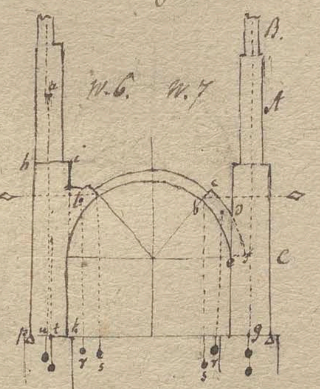
bo Log: Sost: 22° 30′ = 9,9656163. co odpowiada liczba 0,92388. zaś promień $Aw = \frac{13,21}{12,2044528}$ co pomnożone daie –

Że we Wzorze 5. AB = 12 stop zaś AN = 12,2044528 więc NS będzie = 0,2044528 stopy czyli cali 0,2044528 × 12 = cali 2. linii $5\frac{1}{2}$. Że w rachunku przypisało się $\frac{1}{2}$ stopy na NS czyli cali 6. więc rachunek sprostować należy Robiąc Ramię Px = y – 0,2044528 stop zamiast $y - \frac{1}{2}$.

będzie miała kierunek LP i bydź przez tę linię LP wyrażona, co czyni zadosyć warunkom Statyki i punkt P iest tym ~~którym~~ na który pirzenie Sklepienia swoią moc wywiera w kierunku linii LP — Chcąc znaleść to cisnienie na podstawek P trzeba uważać że przekątnia PL prostokątu $= \sqrt{(Pz^2 + Lz^2)}$ zatem będzie $= \sqrt{(8,8811155^2 + 24,5459445^2)} = 26,103$.

34 Ten iest sposob obrachowywania parcia Sklepień nayprostszy — i może bydź zastosowany do inney obciążystości ich, ich obciążenia rowńie iak samegoż murow; do rożney wysokości murow i ich kształtu, w czem następuiące uwagi pomocnemi bydź mogą:

Gdyby sklepienie było z cegły, a mur z kamienia, pomnożyłoby się ich powierzchnie przez cięzkość stopy ich kub: aby mieć ich ciężary itd.



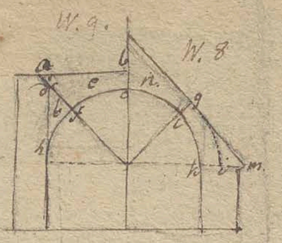
35 Jezeli mur na którym się Sklepienie wspiera ma bydź wyższym niżeli posady sklepienia wtenczas porachuie się nie wysokość cała, ale część spodnia Sklepienia będzie się tylko uważać w części swey $bcde$ tey się naydzie środek cięzkości, i powierzchnia się w v iako cięzar zawiesi — bo część sklepienia dfe wpuszczona w mur iuz raz w murze została porachowana —

36 Jezeli na murze tym maią bydź wyższe do piętr natężęce $A.B.$ wzor pob: i maią stać swemi srodkami cięzkosci nad srodkiem cięzkości muru spodniego c wtedy wszystkich tych murow ~~cię~~ powierzchnia wernie się i tako cięzar w połowie y się zawieszony będzie uważać. —

37 Jezeli zaś mury wyższe maią zewnątrz bydź ~~na ~~ ~~~~ rowno, i tylko wewnątrz z ustępkami potrzeba będzie ich powierzchnie znaleść i środek cięzkości wspolny i ~~~~ uważać ie jakoby cięzar zawieszony w u w odległości pu wiadomey, bo przypuszcza się że ich grubość wiadoma a zatem i odległość ich środka cięzkości od powierzchni muru zewnętrzney także wiadoma — dla muru zaś $hikp$ osobno się niewiadoma grubość przypuści sposobem powyższym —

38 Kiedy pachy są wypełnione w części lub całości takze się ich środek cięzkości t znaydzie wraz z częścią sklepienia pod posadzkę, i zawiesi w punkcie v.

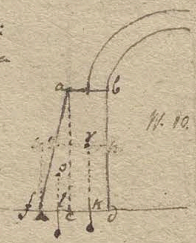
39 Kiedy ~~s~~sklepienie tak ma bydź nadmurowane że na wierzchu iest horyzontalne uważać się będzie powierzchnia abcf za ligrat klina, chociażby róg a zachodził ~~na~~ w między



ściany muru podsklepionego w górę. – a na to między trzeba ten róg od powierzchni muru odciągnąć. Lubo by można i precyzyjnie zrobić, ten róg nie rachując do powierzchni sklepienia abcf ciężącey ~~bo ta im~~., nie można albowiem przypuszczać ażeby strona af była tak śliska żeby klin aż do punktu a miał swoię moc na nię wywierać. –

40 Kiedy sklepienie daszkowate góra, – część cała n będzie powierzchnią ciężącą – ~~dla~~ część nizsza lg ik sklepienia się będzie brać w uwagę bez względu na Δ gim bo ten będąc już blisko równoległey powierzchni muru czyli maiąc krótkie bardzo ramię drąga sobie odpowiadające mało się przyczynia do odporu sklepienia – chcąc go raz włożyć w rachunek nieco by się go skomplikowało.

41 Kiedy mur ma bydź skarpiasty w tenczas fc będzie rachaną częścią y. – Szerokość ab górna muru powinna albowiem bydź wiadomą. i wysokość bd.



42 Jeżeli by zaś i szerokość ab nie była wiadomą i miała się brać np ~~[illegible]~~ $\frac{1}{8}$ część wysokości muru bd na skarpowatość fc, ~~w tenczas~~ ~~bd zrobiwszy = y, będzie ab = $y - \frac{bd}{6}$, zaś fc będzie = $\frac{bd}{9} \times (y + (\frac{bd}{6}))$; powierzchnia abcd będzie = $bd \times (y - \frac{bd}{6})$; powierzchnia trójkąta fac będzie = $(y - (y + \frac{bd}{6})) \times \frac{bd}{2}$; środek iey ciężkości cd zrobiwszy = y, będzie fd = $y + \frac{bd}{6}$~~ w tenczas zrobiwszy cd = y będzie fd = $y + \frac{bd}{8}$, powierzchnia abcd byłaby = $bd \times y$, ramię iey drąga fk = $= \frac{bd}{8} + \frac{y}{2}$; Powierzchnia Δ afc byłaby = $bd \times \frac{bd}{16}$; ze środka iego ciężkości o spuściwszy pionową ol, ramię drąga fl ~~[illegible]~~ będzie = $\frac{1}{12}$ bd. bo środek ciężkości Δ^a iest na linii ~~[illegible]~~ ax w ⅔ częściach od

iey wierzchołka $\overset{a}{f}$ zatem w punkcie o. to iest na przecięciu się dwoch linii $\overset{ax}{fo}$. zf podzieliwszy linie ~~ac~~, ~~fc~~ $\overset{ac}{\ }$, $\overset{fc}{\ }$ na 2 równe części w x, z, i połączywszy te punkta z wierzchołkami Δ^{ci} a. f.– Spuściwszy ol prostopadłą na ~~ab~~ $\overset{fc}{\ }$ czyli co iedno rownoległą do ~~fc~~ $\overset{ac}{\ }$, ~~będziemy mieli~~ z przyczyny podobieństwa ΔΔ^{ow} fzc fol

W. 11

~~[illegible]~~

~~[illegible]~~

~~[illegible]~~

~~[illegible]~~

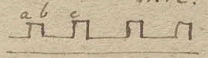
~~[illegible]~~ mamy zf : fo = fc : fl czyli 3 : 2 = fc : fl

~~[illegible]~~ więc ramię dzwigni

$fl = \frac{2fc}{3}$, zaś $fc = \frac{ac}{8}$ więc $fl = \frac{ac}{12}$.

43 Gdyby mur nie miał bydź szkarpowatym w całey długości, ale miał mieć szkarpy w pewnych odległościach, wtenczas tu tylko się z powierzchni Δ afc wezmie część pewną iako ciężkość to iest taką, ~~iak~~ iaką częścią iest

W. 12.

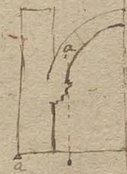


grubość szkarp względem ich odległości od siebie. np grubość szkarp ab iest 2 stopy– odległość ich bc iest 9 stop, ~~wyrażo~~ wtenczas powierzchnię Δ afc wyrachowawszy iak w poprzedzaiącym przypadku rowną ~~fb~~ $\frac{bd^2}{16.}$, z tego wezmie się $\frac{2}{9}$ część zatem $\frac{bd^2}{72.}$ Środek iednak ciężkości zostaie ten sam i ramię dzwigni fl.

44 Gdyby szkarpy miały bydź prostokątne nie troykątne rachunek by się bardziey ułatwił–

Jeżeli Sklepienie na krolikstynach lub ciągłym Gzemsie wsparte. Środek ciężkości Zwornika srodniego czyli części Sklepienia ~~pr~~ na posadzie będącego daley wypadnie od podstawka a.

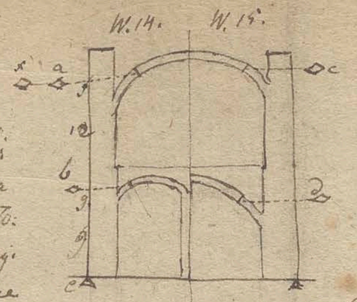
W. 13.



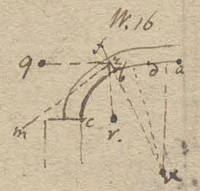
45 Kiedy Sklepienia wypadaią nad Sklepieniami iak się często przytrafia w domach piętrowych wtenczas każdego Sklepienia z osobna znaydzie się przecięcie horyzontalne a. b. c d. Wzor. 14 i 15. i przeniesie się to przecięcie na koniec iednego z ra: mion tych dzw.– np: niech przecięcie Sklepienia b będzie ~~=~~ 10. Sklepienia wyższego a = 36, niech ra: mię eg będzie stop 9. ramię ef = stop 21. chcąc tedy ~~pr~~ b przenieść w a pomnoży się b X eg i po: dzieli przez ef, to iest: $\frac{10 X 9}{12} = \frac{90}{12} = 7\frac{1}{2}$ będzie

46 Kiedy w murach podsklepionych mieni się robić Otwor takoto Drzwi okna– ułeywa przez to się: zane murow tym– nało uwagę zwrocić potrzeba

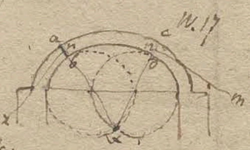
siłę x w f działającą
z przyczyny parcia
Sklepienia niższego —



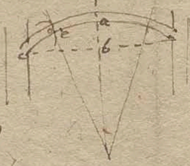
47 Kiedy Sklepienie Elli:
ptyczne, wtenczas strzała
naciśku wznie się w poło:
wie pachy dzieląc obciąży:
łość abc na dwie równe
części, dzieląc potem bda tuk
na dwie równe części, dla tych
3 punktów b. d a nuta się
środka koła x Wzor 16 i
strzała fb będzie równią po:
chyłą na którą klinowato Skle:
pienie wpycha w sposób klina
działa. linia zm ⊥ do xf ze środka fb wy:
prowadzona będzie kierunkiem parcia Skle:
pienia, który się podzieli na dwie siły q. r spo:
sobem z mechaniki wiadomym. etc: —



48 Sklepienie spłaszczone i z 3 tuków koła kreślo:
ne uważać się pęknące w miejscu łączenia się
tuków, jako np w b. d W. 17
więc pociągnąwszy linie xdc
xba, linie ab. cd będą rozpa:
kinami Sklepienia a razem
pochyłemi ~~pewnemi~~ równia:
mi na które sklepienie acdb wywiera swoją moc
w kierunkach nz, rm. prostopadłych do tych linii
az. xc.



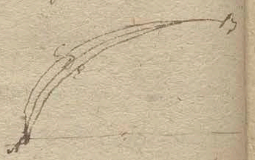
49 Dla sklepień tukowatych obłączystości W. 18.
jakiejkolwiek, zamiast brać strzałę
naciśku w połowie pach jako np
w e będącego w połowie tuku cea
lepiej go brać w d zakreśliwszy
z punktu c tuk promieniem ab.



50 Że na niewzruszoności podstawka P.
Wzor. 5 rachunek się opiera, trzeba ażeby
grunt pod fundamentem nie był obciążającym się to jest
nie wgniatającym, inaczej mimo Rachunku straci się
równowaga i sklepienie pęknie mimo — potrzeba więc
robić ile można fundamenta szersze od dołu jak w górze.

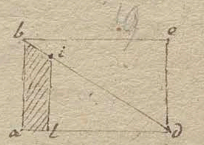
51 Chociaż Zasady wyżej podane wszystkie są na wyższą
korzyść trwałości Sklepienia, większą jednak trzeba
dawać grubość murom podsklepionym ażeby siła odpor:
na była większą od cisnącej — to się zaś zrobi powięk:
szając siłę X Wzor 5 o pewną część np: zamiast
31,82 bierze się o ¼ większą co czyni 40. i podług
tego rachunek prowadzi, jak gdyby te 40 były niezmiennie
parciem horyzontalnym Sklepienia na punkt L.

Teorya zgodnie z doświadczeniem przekonywa że
w Sklepieniach spłaszczonych im część środkowa sklepienia
będzie większa, tem sklepienie mniej rozpiera, to jest
parcie Sklepienia ACB będzie
większe jak Sklepienia ADB
a większe jeszcze jak AEB
Rondelet. —



52 Sklepienia beczkowe kiedy są otwarte w obudwóch końcach ich np. w mostach, wypieraią prawie równo w całey długości na mury. Lecz ieżeli się kończą murami czołowemi czyli szczytowemi w które sklepienie iest związane, widoczna iest że skutek parcia zmnieyszonym przez to związanie zostanie; i oprócz tego odpór murów podsklepiennych powiększa się przez związanie z temi murami czołowemi, i to tem bardziey im te mury będą zbliżone bardziey do siebie.

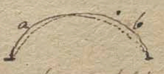
53 Z tego powodu grubość murów ~~będzie za wielka~~ iaka dla sklepień otwartych końcami przystoi, będzie za wielka dla sklepień wpuszczanych w mury czołowe. — W tym przypadku można zmnieyszyć grubość murów podsklepiennych stosownie do odległości murów czołowych zapomocą sposobu Rondeleta to iest: wyrachowawszy grubość murów iaka przystoi dla sklepienia wolnego, sposobami powyższemi, przeniesć ią od b do i na przekątnią bd. prostokąta abcd, w którym ad iest odległością murów czołowych czyli długością sklepienia, ab wysokością muru pod opory. — spuściwszy il pionową, il będzie grubością murów podsklepiennych szukana która będzie mnieyszą iak dla sklepień wolnych bo al iest mnieysze od bi.



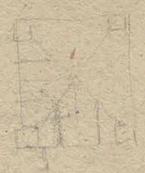
54 Kiedy iest rząd sklepień lub arkad beczkowych mury pośrednie pod niemi podlegaią dwojakiemu ciśnieniu, że to iest równe i przeciwległe z obudwóch stron dla tego się niszczy tak, że tylko ~~taka~~ na takiey grubości tych murów przestać można iaka iest potrzebna, ażeby nie ~~pękały~~ mogły się zgnieść pod ciężarem pionowym na nich leżącym. — Ostatnie zaś dwa mury lub filary powinny bydź grubsze bo na nich ostatnie sklepienia nie są przeciwparte i ta grubość znaydzie się sposobami wprzód podanemi.

55 Sklepienia których obłączystość większa od półkola mniey rozpieraią iak półkolowe. — Gotyckie iescze mniey rozpieraią — ale forma tych obudwóch rodzaiów rzadkie ma zastosowanie bo nie iest piękna.

56 Sklepienia łukowate, t. i. spłaszczone ale iednym łukiem koła zataczane są mocnieysze iak spłaszczane zapomocą kilku łuków koła. — bo przy iedney szerokości i wysokości obudwóch w sklepieniu spłaszczonym partyi a b są wypukleysze, a zatem wstrzymuią część spłaszczania horyzontalny rozpiera.



10/14 · 7. 10. 16 8/8.

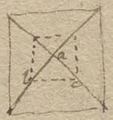


57 Kiedy rodzay Budowli wymaga żeby poświęcić regularność Ekonomice lub trwałości można skorzystać użyć kap czyli Lunetów czyniących obowiązek ~~zas~~ łuków ~~rozpornych~~ odwracających parcie arcs de decharge. i odwrócić przeczenie ku pewnym tylko miejscom które przyzwoicie wzmocnić tylko chcemy. – te więc miejsca tylko wzmocnić. Reszta może nie być tylko wypełnieniem. cieńszym.

58 Sklepienie Krzyżowe koncentruje swoie ciśnienie w 4 narożniki lub filary

kątne, usiłuie ie przewrócić z więk: szą nierównie siłą iak Sklepienie beczkowe tegoż dyametru ciśnie na swoie mury, siła ta iest wypadkową ciśnień bocznych części trzykątnych Sklepień beczkowych z których się składa.

59 Sklepienie Klasztorne mniey rozpiera iak beczkowe, bo uważaiąc dwa Sklepienia iedno beczkowe drugie Klasztorne nad przestrzeniami iedney szerokości i długości – Sklepienie beczkowe przypiera na dwa mury tylko przeciwległe, w sklepieniu zaś Klasztornem taż siła rozdziela się na wszystkie 4 mury, które dla tego niepotrzebuią być tak grube iak pod sklepieniem beczkowem.



iakoż części z których się składa są kształtu trzykątnego którego podstawa spoczywa ~~na~~ całkowicie na murze który mu służy za podporę, i te części zmniey: szaią swoią obiętość ku kluczowi, tak

x że ~~tam~~ gdzie przecinie skleta ich część która przecie sprawia abc wez pob: iest bardzo mała –

60 W Sklepieniu Krzyżowem przeciwnie części trzykątne spoczywaią w kątach i w miarę iak się wznoszą ku kluczowi rozszerzaią się i powiększaią w obiętości.

61 Cztery części trzykątne stanowiące Sklepienie klasztorne wiążą się i utrzymuią wzaiemnie tak że kiedy ~~szerokość~~ długość ich nie przewyższa szerokości przecinie iest bardzo umiarkowanem.

62 Jednakowoż trzeba uważać że ponieważ naywiększe przecinie iest na środku murów, unikać trzeba robienia w nich w samych środkach otworów iakiegobądź rodzaiu.

63 Rozpieranie Sklepieni klasztornych nad przestrzeniami wieloboczniemi tem będzie mnieysze im wielobok o więcey będzie bokach, tak że Sklepienie ~~nea~~ Klasztor:

64 Chociaż ciśnienie Sklepienia krzyżowego iest w kątach zgromadzone, kiedy iednak między 4a murami pełnemi otoczone same ich rogi nie potrzebuią być tak mocne iak gdyby się Sklepienie na samych 4 filarach wspierało – bo się 4 te mury spotykaią w kątach i ieżeli z sobą dobrze będą powiązane nie potrzebuią żadnego szczególnego wzmocnienia – Oprócz tego ponieważ zawsze sklepienia wgnieżdża się w te mury podług swey obłęczystości iak się w Konstrukcyi Sklepień zleżyty powiedziano, te więc mury dźwigaią pewną część tych sklepień a zatem ulżywaią parcie na narożniki –

Sklepienia gotyckie – kollio 25.

ne nad przestrzenią okrągłą przystawiające się w kopulaste będzie naymniey rozpierające. — Dla tey swey własności może być robione bez krzyżowania, nawet można w iego środku zostawić otwór mniey więcey obszerny bez obawy ażeby moc sklepienia przez to co ucierpiała.

65 W Sklepieniach Kapiastych między przesklepieniami czyli Gurtami, lub w kupłę [skreślone: na], całe ciężar i ciśnienie kap i zasklepień w kupłę spoczywa na przesklepiach, a zatem na porządach przesklepień dla czego tylko o wzmocnienie dostateczne murów pod przesklepieniami starać się trzeba.

66 W Sklepieniach [skreślone: Sufitowych] (Karcesianych) ciśnienie iest wprawdzie na wszystkie 4 mury iak w Sklepieniach Klasztornych, ale ponieważ ie się daie wysoko po nad oknami, i są bardzo płaskie, potrzebuią więcey grubych murów. bo rannią drugą siły rozpieraią więcey długie

67 Z tego wszystkiego łatwo wzdrieć się daie że ogólnych prawideł obrachowywania grubości murów podsklepiennych z tylu względów podać iest rzeczą niepodobną. — Usiłowało wprawdzie wielu Matematyków podług Zasad wyżey przytoczonych znaleść grubość murów podsklepiennych podług rodzaju Sklepienia iego (szerokości) grubości – wyniosłości – wysokości murów wolnego ich stanu lub powiązanych murami poprzecznemi, obciążenia samych murów – nawet znaleść prawidła matematyczne tyczące się grubości samych Sklepień – ich rezultata iednak nie są bynaymniey zaspakaiające i z doświadczeniem niezgodne, lub przynaymniey nie we wszystkich przypadkach zastosowanie swoie mieć mogą, nay: większą przeszkodą [skreślone: zaczepa] iest w tym względzie iest gatunek materyału iak na same Sklepienia iak mury użyty. (wiązanie materyału)
[skreślone: Doświadczenie więc naylepszym być musi tu przewodnikiem, Prawidła niektóre z doświadczeniem potwierdzone mogą być następujące.]

68 Prawideł więc na Doświadczeniu i praktyce opartych następuiących trzymać się naybezpieczniey trzeba

Zob Rudov. k: 186.

[faint pencil note:] Hafterzały w swey dobroci [illegible] siebie – [illegible] potrzeb – ale [illegible] przeszkody

z Gernratha k:143.

69 1° Sklepienia podziemne cienkiemi są w kanałach kiedy ich szerzyna nie przenosi 6 stop, mury pod-sklepienne dosyć będą mocne na 1 cegłę czyli 1 stopę, chociażby nawet grubość Sklepienia była na 1 stopę. —

Jednakowoż dla szerszych kanałów czyli sklepień podziemnych i kiedy Ziemia nie iest dosyć tęga trzeba mury powzmacniać przymurkami 6 na cali 6. wystającemi o tyle co pewnych odległościach.

70 2° Dla Sklepień piwnicznych szerszych nieco, mury domów murowanych piętrowych są przez się dosyć grube, i na nich te sklepienia spoczywać mogą:

71 3° Kiedy piwnice maią bydź pod domem drewnianym grubość fundamentów na 2 stopy z kamienia będzie dostateczna pod sklepienia zwyczayne z cegły — pod sklepienia kamienne większa — lub pod Sklepienia bardzo szerokie ceglane. — w ogólności o grubość Sklepienia powiększyć trzeba fundamenta iak gdyby Sklepienia bydź nie miało. —

72 4° W Domach mieszkalnych maiących dolne tylko piętro t. i. przyziemnych, kiedy to piętro ma bydź sklepione i grubość Sklepienia przy Szczycie ma bydź na ½ cegły, da się samym murom 2 stopy grubości ieżeli szerokość Sklepienia nie przechodzi 15 stop. — i w tym przypadku mury zewnętrzne szczytu im za pod pory. — 1/7

73 5° Gdyby zaś szerokość Sklepienia miała bydź 15 do 18 stop, potrzeba dawać murom podsklepiennym $2\frac{1}{2}$ stop grubości. 1/7

74 6° Mury przedziałne znoszące z dwóch stron na sobie Sklepienia; mogą bydź cieńsze.

75 7° Jeżeli ten Dom ma na sobie ieszcze wyższe piętro, powinny się ~~przez~~ bez tego mury w spodnim piętrze robić grubsze podług prawideł o grubości murów podanych. Dla Sklepień zaś tem mniey będą potrzebować bydź wzmacniane że są wyższym murem obciążane, i ~~od~~ co powiększa moc odporną iak by w swoim mieyscu powiedziało.

76 8° W Ogólności za prawidło mieć można że w Budowlach mieszkalnych maiących mury przedziałne, i w których Sklepienie nie zbyt płaskie bydź maią, nadto kiedy ich grubość przy

Kluczu ma bydź na $\frac{1}{2}$ cegły, a same mury maią bydź z cegły – na grubość tych murow dawać $\frac{1}{8}$ częśći z Szerokośći Sklepienia

Jeżeli zaś wysokość murow podsklepiennych pod posadę czyli widerlag większą bydź ma nad 6 stop, można brać $\frac{1}{7}$ częśc z tey Szerokośći. – z tym dodatkiem że:

Kiedy z rachunku nierowne cegły i połcegły wypadaią, zbyteczne Cali kilka za pot cegły rachować się powinny.

77 9º. Kiedy mury podsklepienne maią bydź z Kamienia łamanego zrobię się o $\frac{1}{2}$ stopy grubsze iak gdyby były z cegły. – z tą uwagą że ieżeli dla murow wyższych 4 stopy iuż wypadaią grube, nie potrzebuią bydź robione grubsze dla Sklepien nawet szerszych od 24 stop. – W tym razie starać się trzeba robić te mury aż do Widerlagoro z nayplaskiejszego i drobne się wiążącego Kamienia.

78 10. Kiedy Dom ma 1 piętro, i w 1szm piętrze ma się robić Sklepienie, to się tak uważać powinno iak gdyby stało na samym Dole, ~~bo przy~~ a zatem da się w nim grubość murow iak się w Nrze 8. 9 powiedziało – bo przypuszcza się że w spodniem piętrze tak mury Antrami pod Podłogę, Kryżowemi murami są powiązane z sobą że się uchylić pod przęciąg wyzey Sklepieniem nie mogą. – W razie przeciwnym nie można zaponnieć wzmocnię murow dolnego piętra przyzwoicie –

79 11. W Dżwigach i wolno stoiących murach iakoto: w Kosciołach ~~Kaitszetach~~ Bibliotekach itp: Strukturach, maiących się sklepić beczkowo z Lunetami lub bez nich, i kiedy wysokość murow iest znaczna, trzeba brać na ich grubość $\frac{1}{6}$ część sprzęgu czyli Szerokośći Sklepienia –

80 12. Nawet $\frac{1}{5}$ częśći z tey szerokośći kiedy wysokość murow pod widerlagi przewyższa połowę tey szerokośći

81 13. Kiedy Sklepienie nad Kościołem itp: ma bydź w Kupli pomiędzy Gurtami czyli Prze:

Koller w praktyce chce mieć grubość murow podsklepiennych w domach mieszkalnych; – kiedy grubość Sklepienia iest 6 cali:

Kiedy srednica Sklepienia ma	6 do 9 stop		
Będzie grubość murow		—	1 Stopę
Kiedy.	9 do 12	—	1 $\frac{1}{2}$
—	12 – 15	—	2
—	15 – 18	—	2 $\frac{1}{2}$
—	18 – 24	—	3.

I to wtedy kiedy wysokość tych murow nie przechodzi 6 do 7 stop. – większa ich wysokość wymaga grubszych –

Ze Sklepienia z Kamienia Łamanego nie mogą byćdz cieńsze od 1 stopy dla tego też i ich mury będę grubsze 1. i.

Kiedy srednica Sklepienia iest	Stop	Grubość muru Cegły
—	6 – 9	1 $\frac{1}{2}$
—	9 – 12	2
—	12 – 15	2 $\frac{1}{2}$
—	15 – 18	3
—	18 – 24	3 $\frac{1}{2}$.

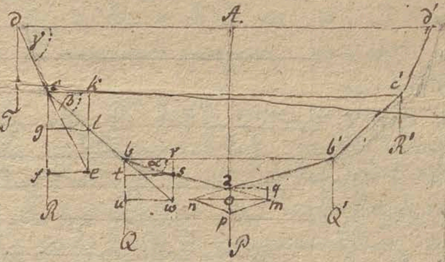
Co czyni srednio $\frac{1}{5}$ części sprzęgu. –

Sklepiami daie się $\frac{1}{5}$ część grubości z szerokości
sprężyn filarom podgurtowym, murom zaś
pomiędzy temi filarami iako tylko wypeł-
niaiące mogą mieć połowę tey grubości lub mniey-

82 14. Zupełnie odosobnione stoiące filary na któ-
rych sklepienie ma spoczywać powinny bydź
grubsze, iak kiedy maią stać między murami
które im służą za wzmocnienia — Kiedy iednak
na filary te wolnostoiące z obu stron się sklepienie
Gurty czyli przesklepia spadaia, iak to w Ko-
ściołach zdarzać się zwykło mogą bydź cieńsze
bo ciśnienie na nie sklepień iest z obu stron i
w kierunkach przeciwległych — Jeżeli te filary
przesklepia są iedney szerokości i wysokości
ciśnienie na filary niszczy się zupełnie, i nic
więcey nie maią znosić iak pionowy ciężar
sklepień — Jeżeli zaś sklepienia są nierówne
wynika od strony większego sklepienia ciśnienie
które większe tylko od mnieyszego się znosi
ale nie całkowicie.

szy Koller k:224 na grubość murów wypełniaiących daie
ich szerokości — zła zasada owemu nie stosunek z ich wy-
sokości.

o Linii łańcuchowéy podług Gerstnera
i linii wygiętości iaką łańcuch lub powroz przewieszony pod nierownem obciązeniem przyiąć może.



Jeżeli w dwoch punktach d.d'. na poziomey linii dAd' obranych ~~uczepiemy~~ konce powroza doskonale giętkiego ciężkiego ale nierozciągliwego, lub też łańcuch z bardzo małych iednako długich i ciężkich ogniw złożony, takowy ułoży się podług linii tak zwaney łańcuchowey catenaria, chaînette

Jeżeli zamiast łańcucha wystawiemy sobie linią krzywą lub nić bez ciężaru podzieloną na małe i rowne części i w każdym przedziale zawieszony ciężar iednaki, utworzy się z tąd wielobok ktory dla wielkiey liczby boków wpadnie w linią łańcuchową.—

Lecz ieżeli rzeczony łańcuch lub nić obciążony zostanie rożney wielkości ciężarami i w nierownych lub wreszcie rownych odstępach linia wygiętości iego zboczy od łańcuchowey.

Że rownowaga pomiędzy takowemi obciązeniami od kątow iakie szczegolne części łańcucha względem poziomu, a zatem i względem siebie zawisła, i na iednakowych prawach polega, zobaczmy więc dla obięcia wiecey razem przypadków iakie będzie położenie stron wieloboku dcbab'c'd z nici giętkiey utworzonego przez obciążenie iey w punktach a b c ciężarami P.Q.R. i z drugiey strony w punktach b'c' ciężarami Q'.R'.— Rzecz przez się iasna, że Polygon od punktu a na obie strony symetrycznym będzie ieżeli wielkości i odległość ciężarow zawieszonych od Osi Aa z obu stron iednakowe będą, t.i. ieżeli ab = ab', bc = b'c', cd = c'd'. i ciężar Q = Q', R = R' będzie. Dosyć więc będzie zastanowić się nad położeniem bokow wieloboku w iedney iego połowie.—

Wystawmy sobie więc nayprzod ciężar P uwieszony w srodku a nici bab' ktorey konce na poziomey bb' znayduią się. Azeby znaleść tę siłę iaką każda z nitek ba b'a w swym kierunku od ciężaru P iest ciągniona, zrobmy ten ciężar P rowny linii ap. i rozłozmy iego siłę na dwie inne am, an, w kierunku wytężonych niciow przez wykreslenie rownoległoboku ampn. te siły będą sobie rowne.— Rozłozmy siłę am na pionową ao i poziomą aq. i nazwiymy kąt amo = b'ba przez α.

Poniewaz $ao = \frac{1}{2} ap$ więc pionowa siła $ao = \frac{1}{2} P$. zas pozioma $aq = \frac{ao}{\tang \alpha}$, mamy albowiem pro: $= \frac{1}{2} P \cot. \alpha$.
porcyą ao : om (czyli aq) ~~= 1:~~ tang α : 1.— Że tę siłę poziomą aq naprzyszłość literą S znaczyć się będzie; będzie więc $S = \frac{\frac{1}{2} P}{\tang \alpha}$.; a zatem $\tang: \alpha = \frac{\frac{1}{2} P}{S}$. Tu widziemy że chcąc mieć wiel: $S = \frac{1}{2} P \cot \alpha$.
kość siły wytężenia poziomego S trzeba mieć kąt α dany.—

Punkt b za posrednictwem nici ba dozna takichże cisnień, bo robiąc bs = am, będzie br = aq = S. oraz bt = ao = ½ P. Lecz na punkt b ciśnie ieszcze oprocz tego ciężar Q, robiąc go rownym linii tu, ziednoczone więc cisnienie na tenże punkt pionowe będzie $bu = \frac{1}{2} P + Q$, a poziome br = S. Dopełniaiąc rownoległoboku buwr. przekątna bw będzie wielkością i kierunkiem siły wypadkowey na punkt b czyniącey z poziomą bb' kąt b'bw = β. Że nić następna cb nie inne dla rownowagi mieć może położenie iak na przedłużeniu linii wb, będzie więc kąt c'cb = bbs = β. Poniewaz br : rw = 1 : tang β. czyli $S : \frac{1}{2} P + Q = 1 : \tang \beta$. więc $\tang \beta = \frac{\frac{1}{2} P + Q}{S}$.

Zrobmy podobnie cl = bw. będzie po wykresleniu □ cklg; ck = br = S.; $cg = bu = \frac{1}{2} P + Q$. do tego dodaiąc zawieszony ciężar R w punkcie c, i robiąc go rownym linii gf, będzie cisnienie pionowe ziednoczone na punkt $c = \frac{1}{2} P + Q + R$. a poziome = S. W rownoległoboku więc tych dwoch sił będzie ce wypadkową, i wskaże kierunek dla nici następney cd. Zrobmy kąt kce = d'dc = γ będzie $ck : cf = S : \frac{1}{2} P + Q + R = 1 : \tang. \gamma$. a zatem $\tang \gamma = \frac{\frac{1}{2} P + Q + R}{S}$

W podobny sposob przydaiąc ciężar T w punkcie d znalazłoby się styczną kąta pochyłości dla następney nici to iest $\tang \delta = \frac{\frac{1}{2} P + Q + R + T}{S}$ itd.

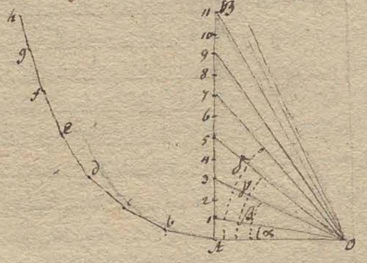
Z tey teoryi widziemy że na każdy punkt poligonu prze iednakowa zawsze siła S, zas ciśnienie nań pionowe wyrownywa summie ciężarow zawieszonych w kątach poligonu po: między nim a punktem nayniższym a. — Nakoniec że kąt pochyłości każdego z bokow wie: loboku względnie poziomu znaleziony bydz może, bo aby mieć styczną iego dosć iest podzie: lić ciśnienie pionowe na każdy punkt przypadaiące przez stałą siłę poziomą S.

Robiąc proporcyą z powyższych rownan będzie $tang\,\alpha : tang\,\beta : tang\,\gamma \ldots = \frac{1}{2}P : \frac{1}{2}P+Q : : \frac{1}{2}P+Q+R : \ldots$

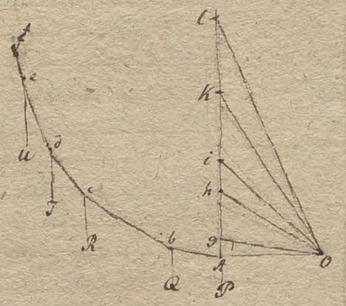
Jeżeli oprocz ciężarow P. Q. R. i td: boki ab, bc, cd... iako ogniwa łancucha uważane, a zatem własciwe ciężary A. B. C... posiadaiące wprowadzemy w rachunek; rzecz przez się wido: czna że każde ogniwo obciąży swoy koniec połową swego ciężaru; a zatem w punkcie a do cię: żaru $\frac{1}{2}P$ przybędzie ciężar $\frac{1}{2}A$; w punkcie b do ciężaru Q przybędzie ciężar $\frac{1}{2}A+\frac{1}{2}B$; w punkcie c do ciężaru R ieszcze ciężar $\frac{1}{2}B+\frac{1}{2}C$ itd: otrzymamy więc $tang\,\alpha : tang\,\beta : tang\,\gamma : \ldots = = \frac{1}{2}P+\frac{1}{2}A : \frac{1}{2}P+Q+A+\frac{1}{2}B : \frac{1}{2}P+Q+R+A+B+\frac{1}{2}C : \ldots$

Z tego wypadnie że uważaiąc łancuch w własnym tylko swoim ciężarze, a zatem robiąc ciężary $P=Q=R\ldots=0$. otrzyma się proporcyą: $tang\,\alpha : tang\,\beta : tang\,\gamma \ldots = \frac{1}{2}A : A+\frac{1}{2}B : A+B+\frac{1}{2}C \ldots$ i ta iest Proporcya ktora tak zwaną linią łancuchową znamienuie, z tym iednak dodatkiem że wszystkie ogniwa w łancuchu tak co do długosci iak ciężaru są sobie rowne.

Robiąc więc wszystkie ogniwa iednako długie i ciężkie będzie $A=B=C=D=$ itd: — wypa: dnie więc proporcya $tang\,\alpha : tang\,\beta : tang\,\gamma : tang\,\delta : \ldots = \frac{1}{2}A : 1\frac{1}{2}A : 2\frac{1}{2}A : 3\frac{1}{2}A = 1:3:5:7:$ itd. to iest że styczne kątow pochyłości ogniw poczynaiąc od nayniższego będą się mieć kolegno iak liczby nieparzyste 1. 3. 5. 7. 9 itd:



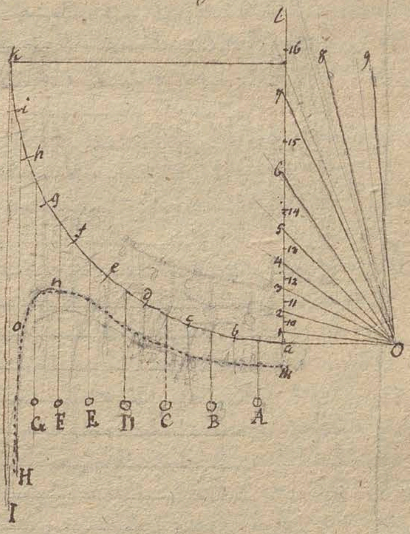
Przez wykreslenie łatwo więc bydz może zrobić Poligon wpadaiący w linią łancuchową maiąc dany kąt α i dłu: gość boku każdego. Dosyc będzie poprowadziwszy poziomą AO i do niey $\perp$ AB. Zrobić kąt $AO1 = \alpha$, poodcinać A1 na linii AB w punktach 2. 3. 4. 5. 6. itd: połączyć punkta 1mo 3, 5, 7, 9. 11. itd z punktem O. Linie więc A1, A3, A5, A7. A9, itd: będą stycznemi kątow α, β, γ, δ itd: Przez punkt A popro: wadź linią Ab rownoległą do O1 daiąc iey długość boku z iakich wielobok ma się składać. Koleyno przez punkta b, c, d, e. f g... po: prowadzą się rownoległe do O3, O5, O7, O9... długości rowney Ab.



Jeżeliby przewieszony sznur lub łancuch w nierownych odległosciach od srodka A miał znosić ciężary nierowne, np w odległosciach Ab. bc, cd, de, ef ktoreby były w stosunku iak $1:2:1:1\frac{1}{2}:\frac{1}{2}$, ciężary $P=10$ ℔. $Q=15$ ℔, $R=8$ ℔, $T=20$ $U=18$ itp: Nakresliwszy AO poziomą i AB pionową o: raz zrobiwszy kąt AOg rowny danemu α, będzie się uwa: żać linią Ag iako rowną ciężarowi $\frac{1}{2}P=5$ ℔, i ta służyć będzie za podziałkę dla następnych ciężarow; to iest zrobi się $gh=Q=15$ ℔; $hi=R=8$ ℔; $ik=T=20$ ℔. $kl=U=18$ ℔ itd: Linie więc Ag, Ah, Ai, Ak, Al = 5, 20, 28, 48, 66. ℔, będą więc wyrownywaiące summie ciężarow na każdy punkt poligonu (między tymże punktem a nayniższym A zawieszonych:) przypadaiących. Nadto linie Ag Ah Ai Ak Al są stycznemi kątow gOA, hOA, iOA, itd. ktore w stanie rownowagi bydź winny w stosunku ciężarow, poprowadzi się więc Ab $\parallel$e do Og i zrobi $Ab=1$ czę: ści łancucha lub sznura; $bc=2$ częściom i poprowadzi rownoległe do hO; $cd=1$ części i poprowa: dzi rownoległe do iO; $de=1\frac{1}{2}$ części rownoległe do kO; $ef=\frac{1}{2}$ części i nakresli rownoległe do lO; itd:

Że

Że polygon ten nie bęzie padał w linią łańcuchową rzecz widoczna równie iak i to że linia krzywa przez wierzchołki iego przeprowadzona rozmaita bydź może podług różnicy ciężarów i między bokami wieloboku. Nakoniec że można poligonowy nadawać kształt wpadaiący w koło, Ellipsę, łuk koła lub inną linią krzywą obciążaiąc wierzchołki iego w stosunku stycznych kątów pochyłości iego boków do poziomu.–
Objaśnijmy to przykładami:



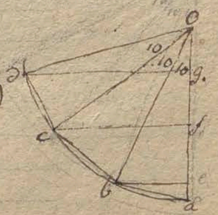
Zadanie. Jest żądaniem ażeby łańcuch o 18 ogniwach równych co do długości przewierżony ułożył się w półkole, znaleść iakim ciężarem każde z nich w środku zawieszonym obciążone bydź winno, lub co iedno iaki ciężar każde ogniwo ma posiadać maiąc dany ciężar dwóch ogniw naynizszych iednako dla symetryi wieloboku ciężkich.–

Niech będzie abcdefghik połową łańcucha w ćwierćkole z 9 ogniw złożonego, tworzących wielobok którego bok każdy odpowiada 10 stopniom podziału koła. Niech A będzie danym ciężarem ogniwa naynizszego lub ciężarem w środku iego zawieszonym.– punkt więc a będzie ciśniony pionowo połową ciężaru A. zróbmy więc $\frac{1}{2}$ A = liníi a1 na pionowey al. poprowadź przez punkt a i 1 dwie linie iedną poziomą ao przez punkt a, a drugą pochyłą 10 przez punkt 1. równoległe do ab, te się przetną w punkcie 0. Przez tak znaleziony punkt O poprowadź linie O2. O3. O4. O5. O6 itd równoległe do boków wieloboku bc, cd, de, ef, fg itd: Te linie ograniczaiąc kąty równe pochyłościom boków wieloboku względem poziomu poodcinaią tyleż stycznych odpowiadaiących tymże pochyłościom to iest a1 a2, a3, a4, a5, ab, itd Ponieważ a1 iest równe obciążeniu punktu a linie więc a2. a3 a4 a5 ab itd będą wyrażeniem wielkości obciążen ziednoczonych na punkta spojeń między ogniwami b. c. d. e. f. g. h. itd, a więc części poiedyncze a1. 12. 2,3.– 3.4 – 4.5 – 5.6 itd będą obciążeniami tychże punktów b.c.d.e.f.g.h... od połowy Summy dwóch po obu stronach każdego punktu wiszących ciężarów ABCDE.... Robiąc a1 = 1.10 będzie linia a.10. wyrażeniem wielkości ciężaru A, robiąc 2.11 = 2.10 będzie linia 10, 11. wyrażeniem ciężaru B. robiąc 3.11 = 3.12 otrzyma się linią 11.12 iako wielkość ciężaru C. Podobnież postępuiąc będzie 12.13 oznaczać ciężar D; 13.14 ciężar E itd.– Odkładaiąc wielkość tych ciężarów ABCD itd na pionowych ze środka boków ab bc cd de ef itd pospuszczanych otrzyma się linią wygiętą mno po połączeniu punktów która okazuie iak stosunek tychże ciężarów między sobą widoczniey a razem i to iak obciążenie ostatnich ogniw łańcucha musiałoby bydź wielkie.– Rachunek nam lepiey tę rzecz wyiaśni:

Ponieważ kąt pochyłości boku ab z poziomem = 5°, boku bc = 15°, boku cd = 25° boku de = 35 i tak koleyno dla dalszych 45°, 55° 65° itd w nakreślaniu więc promieni 10, 20, 30 40. 50. itd można by wygodniey było użyć kątomiaru.

{Że takie kąty ciemniey obeymuiące 10° robią tak się przekonać można: kąt oba = oab = $\frac{180-10}{2}$ = 85°, kąt obe = 180–90–10 = 80, więc eba = 85–80 = 5°; Podobnie kąt ocb = 85°, kąt ocf = 180–90–20 = 70 więc fcb = 85–70 = 15°; podobnież kąt odc = 85°; kąt odg = 180–90–30 = 60 więc gdc = 85–60 = 25° itd:

Ponieważ tang 5° = 0,0874887; tang 15° = 0,267949; tang 25° = 0,466308 tang 35° = 0,700208; tang 45° = 1, tang 55° = 1,42818, tang 65° = 2,144507 tang 75° = 3,732043; tang 85° = 11,43006. robiąc więc tang 5° = $\frac{1}{2}$ A lub = $\frac{1}{2}$. (*) wypadnie tang 15° = A + $\frac{1}{2}$ B = 1,5313 zatem B = (1,532 – A) x 2 = 1,06268 podo:



(*) Podzieliło się styczne tu wyrażone przez 2 X 0,0874887 czyli przez 0,175 aby ciężary dalsze B C D E F itd mieć wyrażone w częściach ciężaru A = 1. a to na zasadzie prostey propor: np: 0,0874887 : $\frac{1}{2}$ = 0,26749 : x więc $x = \frac{0,26749}{2 \cdot 0,0874887} = 1,532$

bnie tang 25° $= A + B + \frac{1}{2}C = 2,665$ więc $C = (2,665 - A - B)2 = (2,665 - 1 - 1,064)2 = 1,20456$

tang 35° $= A + B + C + \frac{1}{2}D = 4,0044$ więc $D = (4,0044 - 1 - 1,064 - 1,202)2 = 1,46892$

tang 45° $= A + B + C + D + \frac{1}{2}E = 5,715$ więc $E = (5,715 - 4,734)2 = 1,962 = 1,9578$.

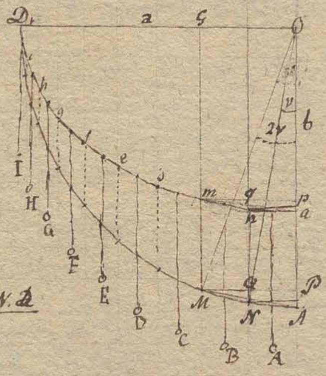
tang 55° $= A + B + C + D + E + \frac{1}{2}F = 8,162$ więc $F = (8,162 - 6,696)2 = 2,936$.

tang: 65° $= A + B + C + D + E + F + \frac{1}{2}G = 12,306$ więc $G = (12,256 - 9,628)2 = 5,356$

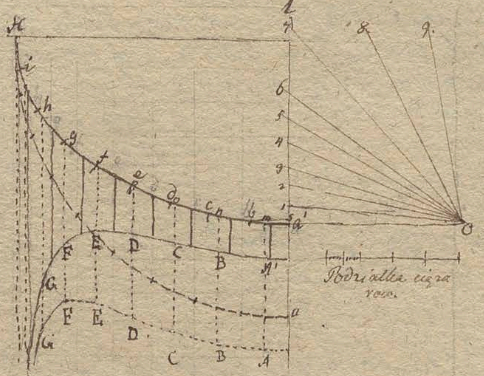
tang 75° $= A + B + C + D + E + F + G + \frac{1}{2}H = 21,329$ więc $H = (21,329 - 14,984)2 = 12,6936$

tang 85° $= A + B + C + D + E + F + G + H + \frac{1}{2}I = 65,323$ więc $I = (65,32 - 27,674)2 = 75,295$.

Widziemy więc iak obciążenia ogniw tym punktom zawieszenia wzrastaią, a gdyby się zamiast 9 ogniw w ćwiercikole przypuściło większą liczbę obciążenie ostatniego ogniwa nieskończenie wielkie w porownaniu z obciążeniem nayniższego ab by wypadło.



Ażeby znaleść obciążenie sznura maiącego się ułożyć podług Ellipsy ktoreyby pół oś wielkiey była DO = 2, pół osi małey Oa było = b. uważać trzeba że rzędne Ellipsy Gm w stałeczynym są stosunku wszystkie do rzędnych koła GM iak b:2. rownie iak i rożnice między niemi; Będzie się więc mieć styczna kąta QMN czyli β do styczney qmn czyli δ. iak b:2 to iest QN : qn = b:2: Styczna kąta PNA : styczney pna iak b:2 to iest tang α : tang φ = AP : ap = b:2. Więc tangens pna = $\frac{\text{tang } PNA \times 2}{b}$; tang: qmn = $\frac{\text{tang } QMN . 2}{b}$ i tak o innych. Z tąd widziemy że chcąc mieć styczne kątow wielościanu nieforemnego w Ellipsę wpisanego ktoregoby boki między pionowemi odpowiadały w pion bokom wielościanu foremnego wpisanego w koło, dosyć iest styczne pochyłości tych ostatnich względnie poziomu pomnożyć przez $\frac{b}{2}$, że przez takie pomnożenie stosunek stycznych zostaie ten sam w obu razach a zatem i stosunek ziednoczonych ciśnień; ieżeli więc ciężar obciążaiący środek ogniwa na Ellipsy zrobiony A=1. będą ciężary zawiesić się maiące w środkach ogniw nm, mo, oe, ef, fg itd rowne ciężarom B. C D E F G .... iak się to wprzey dla wieloboku w ćwierćkole obrachowało—



Ponieważ prowadząc pionowe przez wierzchołki bokow wieloboku foremnego w ćwierćkole wpisanego te nie popnecinaią Ellipsy na części rowne, zrobiwszy więc mA = wielkości ciężaru A=1. oraz nB, oC, pD, itd rowne ciężarom B C D itd wprzey obrachowanym, linia ABCD E F G itd: będzie niejako granicą wielkości ciężarow. chcąc więc mieć łancuch Elliptyczny z ogniwami rownemi podziel iego wygiętość na części rowne w punktach b c. d. e. f. g. h i. podług długości ogniw i spuść ze środka każdey z linii ab. bc. cd. de. ef itd pionowe aż do linii ABCDEFG.. te pionowe będą wielkościami ciężarow maiących obciążać środki ogniw łancucha—

Że przez zrobienie a'1 = A. i kąta 10a' = 5ba', oraz przez poprowadzenie przez punkt O rownoległych do bc cd de ef fg itd: tak popnecinaney Ellipsy, to iest linii O2 O3 O4 O5 itd: znaleść można przez wyliczenie wielkości linii na pionowey al będących miarą tak ciśnień zjednoczonych na punkta b c d e f itd wieloboku Ellipsy, iako też ciężarow poiedynczych, a następnie także ciężarow w środkach ogniw zawiesić się maiących. a to w sposob wyżey przytoczony, rzecz przez się iest widoczna—

Do naylatwieyszegò sposobow nakreslania linii łancuchowey należy ten, aby łancuch lub sznur giętki zawieszony na gwoździu, przewiesic go przez drugi w rowney wysokości z tamtym i sznur dopoty popuszczać na nim dopoki srodek iego naynizszego punktu przewieszenia sie dotknie?

Chociaż ten sposob w nowszych czasach dla oznaczenia długości prętow podchwytnych w mostach wiszących angielskich został używanym, i w wielu innych przypadkach iako łatwy może mieć użycie – nie od rzeczy iednak będzie wiedzieć sposob kreslenia linii łancuchowey przez rzędne i odcięte, że rachunek ten iednak na wyższey Analizie się opiera, (: Zob Gerstner k: 407:) formuły użyć tutey i potrzebne tablice przytoczę.

Kąt pochyłości W.	Wspołrzędne linii Łancuchowey.		Promień wygiętości szczytowey.	Wspołuszykowane linii rozwialney.	
	Odcięte x	Rzędne y.	$r = \frac{1}{\cos^2 W}$	Odcięte	Rzędne
0.	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
5	0,004	0,087	1,008	0,008	0,001
10	0,015	0,175	1.031	0,030	0,004
15	0,035	0,265.	1,072	0,070	0,012
20	0,064	0,356	1,132	0.128	0,031
25	0,103	0,451	1,217	0,206	0,064
30	0,155	0,549	1,333	0,310	0,117
35	0,221	0,658	1,490	0,442	0,202.
40	0,305	0,763	1,704.	0,610	0,332
45	0.414	0,881	2.000	0,828	0,533
50	0,556	1,011	2,420	1,112	0,843
55	0,748.	1,154	3,040	1,486	1,336
60	1,000	1,317	4,000	2,000	2,147
65	1,366	1,506	5,599	2,732.	3,568
67,5	1,613	1,615.	6,828	3,226	4,694
70	1,924	1,735	8,549	3,848	6,298
75	2,864	2,028	14,928	5,728	12,392.
80	4,759	2,436	33,163	9,518	30,224
85.	10,474	3,131	131,646.	20,948	128,014.

Pierwsza rubryka obeymuie kąty pochyłości cienciw łukow o 5° każdy z iakich się ma składać linia łancuchowa. te kąty uważaią się bydź względnie poziomu.

Druga i trzecia rubryka są wspołuszykowanemi linii łancuchowey, to iest odmierzaiąc na linii pionowey z dołu w gorę odcięte x w 2giey rubryce poznaczone, da się odpowiednym horyzontalnym rzędnym długości w rubryce 3ciey umieszczone.–

Tak oznaczywszy punkta ktorych odległości od siebie zawsze łukami o 5° mogłyby bydź połączone, można ie tylko połączyć liniami prostemi, otrzyma się wprawdzie Poligon, tak iednak mało odchodzący od linii krzywey że tę linią bez trudności od ręki odrysować można.

Trzy następne Rubryki, są szczegolniey dla łatwości rysunku potrzebne, ażeby wiele punktow nie robić. Tym końcem Rubryka 4ta okazuie wielkość promieni do zataczania łukow koła każdy o 5° z ktorych się składać ma linia łancuchowa – 5ta i 6ta Rubryka obeymuie wspołuszykowane linii rozwialney na ktorey znaydują się punkta (: tak podług tych dwoch rubryk ponaznaczane) z ktorych iako srodkow promieniami w 4tey rubryce oznaczonemi łuki każdy o 5° zataczać można.

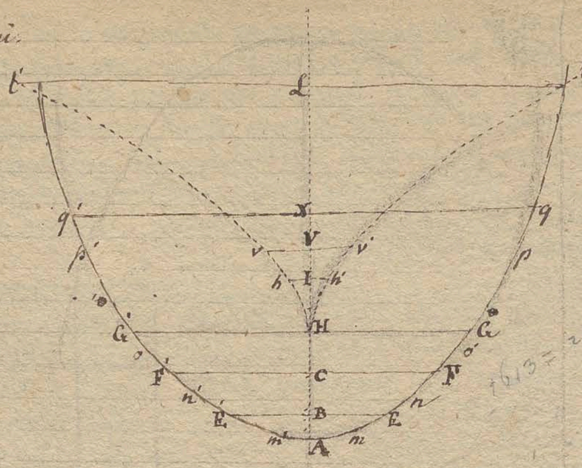
Co więcey, można naznaczywszy punkta linii rozwialney i połączywszy gęsto w linią krzywą można opasawszy ią nitką dłuższą o promień wygiętości wierzchołkowey rowny 1. nakreslić za iednym zawodem linią łancuchową w koncu tejże nitki ołowek osadziwszy.

Przypatrzywszy się bliżey 4tey Rubryce postrzega się, że promień wygiętości wierzchołkowy = 1, przy kącie pochyłości cienciwnym o 30 stopniach iest = 1⅓, dla kąta o 45° wypada rowny 2; dla kąta o 60° wyrownywa 4; to iest że dla tych 4ch kątow wypada promień = 1, 1⅓, 2, 4. Tę uwagę zastosuymy do przykładu objasniaiącego użycie podaney tu tablicy.–

Jest żądanie wykreslić wygiętość łancuchową między punktami zawieszenia w odległości 8 sążni przy Strzałce wygięcia 4 sążni – Na ten przypadek wypadnie nam poszukać w Tabelli takiego kąta pochyłości W ktory odpowiada wysokości rowney połowie szerokości t.i. dla ktorego x = y. Jnaczey dziewięc ten kąt = 67½ stopni. Dzieląc y = 4° = 24 stop przez y t.i. przez 1,615. otrzymamy promień wygiętości szczytowey $r = \frac{24}{1,615} = 14,9$ stop. Że w tabelli ten promień iest = 1, wszystkie więc liczby w Rubryce 2giey aż do 6tey przez 14,9 mnożąc, otrzymaią się w stopach nie tylko wspołuszykowane linii łancuchowey, ale i promienie dla łukow 5° stopniowych, i wspołuszykowane linii rozwialney – Dla oszczędności mieysca obrachowało się w następuiącym Schemacie wartości wspołrzędnych

dnych dla kątów w = 30, 45, 60 i 67½ stopni.

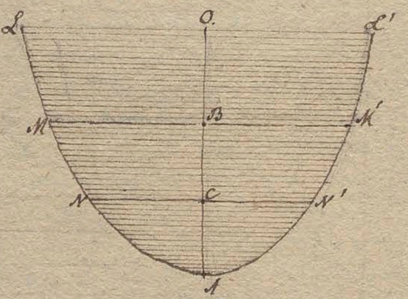
Kąt nachylenia w stopniach	Dla szerokości 48 stop. wysokości 24 stop				
	współrzędne linii łańcuchowej		Promień wygięcia	współrzędne linii równoległej	
	x.	y.	r.	u	z
0	0.	0	14.9	0,00	0,00
30	2,31	8,18	19,86	4,62	1,74
45	6,17.	13,13	29,80	12,34	7,94
60	14,9	19,62	59,6	29,8.	31,99
67,5.	24,03.	24,06.	101,74.	48,07.	69,94



Nakreśliwszy więc poziomą gg' = 48 stop i wyprowadziwszy ze środka niej x prostopadłą xA = 24 stop, podziela się na niej z punktu A miary przyrządzone w tej tablicy to jest AB = 2,31 stop; AC = 6,17; AH = 14,9, podług 1^{ej} rubryki, a podług drugiej zrobi się BE = 8,18 stop, CF = 13,13. HG = 19,62 stop. Linia łańcuchowa przejść będzie musiała przez punkta A.E.F.G.g. z jednej strony a z drugiej przez AE'F'G'g'.

Że zaś nie łatwo być może połączyć tak znalezione punkta krzywą linią od ręki; odetnie się naprzód na osi linią AH = 14,9 stop jako promień wygięcia dla wierzchołka czyli łuku mAm'. Z rubryki 5^{ej} weźmie się 4,62 stop i odetnie w tej odległości punkt I od punktu H, a na poziomej przez punkt I poprowadzonej zrobi się hI = hI = 1,74 stop z rubryki 6^{ej}, punkta h i h' będą środkami do zatoczenia łukiem m'n, mn, promieniem hE = 19,86 stop. Podobnym sposobem przeniesie się 12 stop z punktu H w punkt V i odebnie rzędne Vv = Vv = 7,94 stop i z punktów v v' zatoczy łuki no nó promieniem vF = 29,8 stop. Nakoniec z punkt H odetnie się punkt L w odległości 29.8 stop, zrobi się Ll = Ll = 31,99 stop i z punktów l, l' zatoczy promieniem lG 59,6 stop łuki o G p ó G p'. Dalsze łuki pg' pg wypadałoby zatoczyć promieniami 101,74 stop, żeby jednak to wiele miejsca wymagało, można linie pg, pg' prosto jako styczne do punktów p i p' pociągnąć.

Punkta m.n.o.p. i m'.n'.o'.p'. z wykreślenia same wynikną, bo łuk g G F E A jednostajne tworzyć winien linią krzywą. — Chcąc jednak tę linię jednym ciągiem opisać, musiałoby się współrzędne linii równoległej dla kątów^w od 5 do 5 stopni poznaczać; potem w L przywiązać sznur opasać go około punktów v. h. H. i aż do A wyciągnąć, w A ołówek osadzić, i utrzymując sznur w wyciągnieniu kreślić krzywą łańcuchową w kierunku od A do g. — Podobnie wykreśli się tuż Ag' sznurem tym samym ale w punkt l' przełożonym i wokół punktów v' h' H przeciągniętym —



Uwaga Ponieważ przewieszony łańcuch lub sznur i utwierdzony w punktach LL nie zmieni kształtu swej wygiętości w części MAM będąc w jakichkolwiek punktach MM' utwierdzonym to jest o części ML Mĺ skróconym byle punkta utwierdzenia MM' znajdowały się na jego pierwszej wygiętości LAL', widoczna więc jest, że mając narysowaną linią łańcuchową na papierze podług rzędnej LO i najwiękrzej jakiej możemy potrzebować do użytku w praktyce strzałki wygiętości OA, można jej używać dla każdego innego stosunku odległości punktów zawieszenia względnie strzałki wygiętości: tym końcem podzieli się oś AO na upodobaną liczbę części równych i przez punkta przedziałów poprowadzi linie poziome — Chcąc więc np. mieć podług tej figury wygięcie łańcucha w stosunku $x : y = 1 : 1$. poszuka się takiego punktu B gdzieby MB było = BA. dla stosunku $x : y = 2 : 3$ postawi punkt C bo NN' = 3 CA itd. Że odcięta taka będzie część linii łańcuchowej może być podług danej podziałki sposobem wyżej znanym przerobiona na większą lub mniejszą miarę rozumie się przez się —

1,489
3,21
1489
4467
2978
3039,59
1613 = 2403 : h
2403
1613
7900
6452
1448
12,90
157

Chcąc mieć więcey punktów linii Łańcuchowey iak ie mieć można podług tablicy wyżey podaney. można użyć następuiącey; ~~z~~ ktorey użycie zupełnie iest to samo co tamtey.

Statyka Sklepień.

Jezeli w grubości Sklepienia wyobraziemy sobie taką linią krzywą wzdłuż której kliny sklepienie wzaiemnie na się ciśnienia wywieraią i dla tego w równowadze między sobą zostaią, linią taką zwać będziemy linią ciśnień lub linią oporu Stützlinie. Linii tey nie trzeba mięszać z linią wygiętości sklepienia widoczną od spodu, ani grzbietowey.

Jest wiadomo że wolne sklepienie postholiste to iest swoy tylko własny ciężar znoszące wtedy spada kiedy albo małą ma grubość, lub nieodpowiednie mury pod sobą. Jezeli sklepienie utrzymuie się w swem położeniu, linia oporu znayduie się w miąższości iego, a zworniki mogą się uważać iakoby na niey pozawieszane. Jezeli zaś linia oporu nie została w grubości sklepienia umieszczona, ale gdzieś z niego w górze lub spodzie wystąpiła, moc zaprawy wapienney na krótki czas tylko będzie w stanie go utrzymać, i niezawodnie później zwali się.

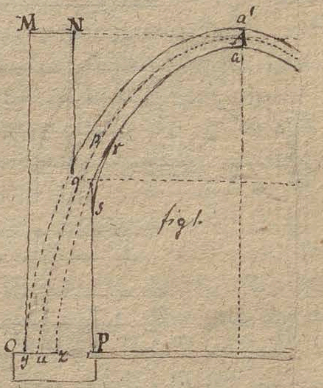
W zwyczaynych przypadkach zasklepiania 3 pytania zachodzić mogą:

1º Maiąc daną wielkość i ciężar przymałoco np cegieł z iakich sklepienie ma się składać, znaleść kształt wygiętości podniebienney sklepienia aby podług niey ułożone zostawały między sobą w równowadze.

2º Maiąc daną wygiętość Sklepienia znaleść ciężar klinców, lub ciężary obciążać ie maiące, azeby ta wygiętość i wszystkie w miąższości sklepienia do niey poprowadzone równoległe, były istotnemi liniami oporu.–

3º Kiedy nakoniec dana iest linia wygiętości sklepienia tak podniebienna iak grzbietowa znaleść warunki pod iakiemi iescze linie oporu można przypuszczać że się znaydować mogą w danym profilu sklepienia, i od których stałość iego zawisła.

Jezeli sklepienie ma mieć wciąż iedną grubość uczy mechanika że linia krzywa środków zworników prowadzona być winna łańcuchową, to iest iaką łańcuch wolno przewieszony i odwrócony tworzy i ta linia iest oraz linią oporu dla środków zworników; że linia wygiętości podniebienney Sklepienia równie iak grzbietowey równoległą bydź musi więc i zworniki iednę mieć będą wysokość.



W ten sposób wszystkie wolne sklepienia t.i. swoy tylko ciężar znoszące stawiać można w każdey szerokości z zupełnem bezpieczeństwem.–

Wada sklepień tego rodzaiu iednak iest że w końcach zawsze czynią wq kąty z powierzchnią murów nieprzyiemne dla oka, można wnaleść te kąty uchylić zaokrąglaiąc ie podług łuku rs.–

Pomimo tego zaokrąglenia zawsze ciśnienie będzie się odbywać podług linii łańcuchowey pq. którą ieżeli sobie wystawiemy bydź przedłużoną aż do fundamentu punkt u będzie punktem oporu na nim sklepienia które mogłoby się przy iedney wciąż gruboście iak ią ma utrzymać bez żadnego powiązania zaprawą wapienną, gdyby nie było obawy o zgniotność materyi ze strony materyału; lepiey więc będzie dla tey przyczyny uważać w murze mocno sklepienie pogrubiaiące się po obu stronach linii łańcuchowey do fundamentu i maiące na nim grubość yz. Linia więc oporu qu będzie się mieścić w gruboście muru, część wewnętrzna iednak tego muru rsPz nic się nie przyczynia do podpierania Sklepienia, a przeciwnie część zewnętrzna MNqO powiększa iego ciężar przez co się punkt oporu u nieco ku P oddali.

Ze iednakowoż Sklepienie tak pomyślane w grubości muru składa się z warstew wiązących się z murem samym, powielony się więc przez to [illegible] sklepienia, co tem bardziey iest potrzebnem że Drzwi i okna zwykły osłabiać mury.

Do

Że pomimo korzyści nie używa się dla sklepień linii łańcuchowey tego przyczyną iest więk: szą trudność w dobrem obkreślaniu buxztli, a częścią trudność w obrabianiu zworników — na: dewszystko zaś kroy z gustem niezgodny, półkolistym albowiem kształtom sklepień Ellipty: cznym lub spłaszczonym pierwszeństwo dawane bywa i będzie, a to tem bardziey że im mo: żna dadź moc potrzebną zachowuiąc prawidła iak niżey.

Dwoiaką drogą można zapewnić moc Sklepieniom inney iak łańcuchowey wygiętości:

1º Obciążaiąc daią linią ich wygiętości aby ią zrobić linią oporu, to iest zachowuiąc stosunki pomiędzy ciężarami a stycznemi kątów pochyłości daney linii krzywey w każ: dem mieyscu.

2º Jeżeli zaś są dane ciężary zworników iako też ciężary maiące na nich spoczywać, o: raz linia wygiętości np. Półkole lub Ellipsa iest dana i nie posiada własności aźeby Sty: czne kątów tey położen w różnych mieyscach były proporcyonalne ciężarom, potrzeba dla przeświadczenia się o stałości sklepienia śledzić czyli się w iego grubości znayduią takie linie oporu którym służy własność doskonałego podpierania i u których zworniki mogłyby się iako wiszące uważać. Będzie więc tu szło o to aźeby w miąższości sklepienia iak naywięcey ta: kich linii oporu znaydowało się, bo tem sklepienie większą mieć będzie stałość im wię: ksze będą podstawy między wzaiemnie o się opieraiącemi się zwornikami, i większa pod: stawa posady sklepienia. — Bo tak iak słup stoiący tem większą ma stałość im ma obszer: nieyszą podstawę, to iest im więcey linii pionowych oporu może się na niey pomieścić tak też i w sklepieniu z tą tylko różnicą że w niem linie oporu w krzywych kierunkach ku obustronnym posadom bieżą, iednakowoż we wszystkich punktach na płaszczyzny oporo: wych prostopadle napadaią. —

Rozwiążmy nayprzód żądanie iak łuk półkolisty lub elliptyczny zrobić oporowym.

Ponieważ tak półkole iak Ellipsa nie posiada własności aźeby styczne ich kątów pochyłości były proporcyonalne ciężarom zworników sklepiennych, potrzeba więc będzie tym zwornikom taki nadać ciężar starać się lub ie obciążyć aźeby odpowiadały stycznym rzeczonych kątów. —

Mówiąc o linii łańcuchowey podało się sposób obliczenia ciężaru szczególnych ogniw łań: cucha chcąc aby się wygiął w półkole lub Ellipsę, że zworniki na sobie w sklepienie kładzione temu samemu prawu równowagi podlegaią łatwo nam będzie przykład przywiedziony dla łań: cucha w półkole lub elliptycznego tu zastosować.

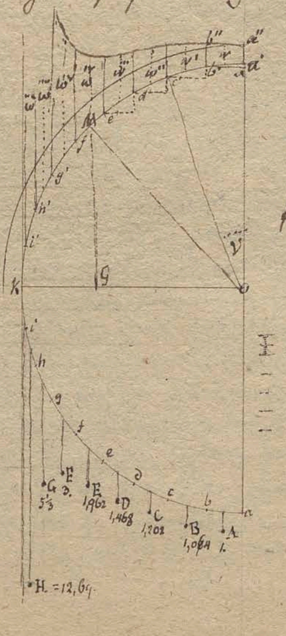


fig 2.

Nazwawszy albowiem ciężar naywyższego zwornika A, nastę: pnego B, trzeciego C itd:, a kąty iakie spodnie powierzchnie $a'b'$, $b'c'$ $d'k'$ $d'e'$ itd tychże zworników z poziomem tworzą przez α. β, γ.... będzie dla dwóch zworników sklepienia naywyższych $\tan\alpha : \tan\beta = \frac{1}{2}A : A + \frac{1}{2}B. = A : 2A + B.$ zatem $B = \frac{A \tan\beta}{\tan\alpha} - 2A$;

Dla trzeciego zwornika będzie $\tan\alpha : \tan\gamma = \frac{1}{2}A : A + B + \frac{1}{2}C$ czyli $= A : 2A + 2B + C.$ więc $C = \frac{A \tan\gamma}{\tan\alpha} - 2(A + B.)$

Dla czwartego będzie: $\tan\alpha : \tan\delta = \frac{1}{2}A : A + B + C + \frac{1}{2}D$ czyli $= A : 2(A + B + C) + D.$ zatem $D = \frac{A \tan\delta}{\tan\alpha} - 2(A + B + C)$.

Dla piątego szóstego itd: podobnie się znaydzie.

<u>Przykład</u> Niech linia wygiętości będzie koło. Podzieliwszy go na części o 10 stopniach, można półkole uważać iako Poligon o 18 bokach, a wierzchołe $a'b'c'd'e'f'g'h'i'k$ o 9. Kąt pochyłości więc $a'bx$ boku $a'b'$ będzie $= 5°$. kąt pochyłości boków $b'c'$ $c'd'$ $d'e'$ $e'f'$ $f'g'$... itd względem poziomu będzie $15°$, $25°$. $35°$. $45°$. $55°$ itd

Ponieważ $\tan 5° = 0{,}087$; $\tan 15° = \tan\beta = 0{,}268$; $\tan\gamma = \tan 25° = 0{,}466$; $\tan\delta = \tan 35° = 0{,}700$ itd: znaydziemy więc

Ciężar B $= \frac{A \times 0,268}{0,0875} - 2A = 1,06268.A$; ciężar C $= \frac{0,4663 A}{0,0875} - 2(A+B) = 1,20456 A$.
ciężar D $= \frac{0,7A}{0,0875} - 2(A+B+C) = 1,46892 A$. Podobnie ciężar E $= 1,95774 A$. ciężar F $= 2,936 A$
ciężar G $= 5,352 A$; ciężar H $= 12,6936 A$. ciężar I $= 75,295 A$.
Więc zupełnie takie same jak się dla ogniw łańcucha w przykładzie linii łańcuchowey znalazło.

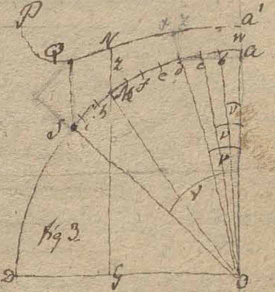
Jeżeli przez punkta b c d e f g....na podniebieniu sklepienia w odległości co 5° wzięte poprowadzimy pionowe, te poprzecinaią powierzchnią przekroiu poprzecznego sklepienia wraz z obciążeniem go nadmurowaniem na części, które od klucza ku posadom za ciężary A B C D. E. F.... uważać można. to iest czworobok aa'bb może wystawiać ciężar A, trapez bb'cc' ciężar B; trapez cc'dd' ciężar C itd: Nazwawszy porownane wysokości tych trapezów przez w w' w'' w''' itd: długość każdego z boków wieloboku ab = bc = cd = de itd. przez α; będą szerokości tychże trapezów bx cx dx ex fx itd rownać się $\alpha \cos\alpha$; $\alpha \cos\beta$; $\alpha \cos\gamma$; $\alpha \cos\delta$ itd. Powierzchnia więc trapezu abb'a' czyli A będzie $= w\alpha \cos\alpha$; ciężar B $= w'\alpha \cos\beta$; ciężar C $= w''\alpha \cos\gamma$; ciężar D $= w'''\alpha \cos\delta$....... będzie więc $w = \frac{A}{\alpha \cos\alpha}$, $w' = \frac{B}{\alpha \cos\beta}$; $w'' = \frac{C}{\alpha \cos\gamma}$; $w''' \frac{D}{\alpha \cos\delta}$ ...... czyli będzie $w : w' : w'' : w''' ... = \frac{A}{\cos\alpha} : \frac{B}{\cos\beta} : \frac{C}{\cos\gamma} : \frac{D}{\cos\delta}$ ···· lub $= A : B\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} : C\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma} : D\frac{\cos\alpha}{\cos\delta}$ itd.

Robiąc A=1, i wkładaiąc wartości za cosinusy wypadnie $w = 1$; $w' = 1,096$; $w'' = 1,3211$; $w''' = 1,7853$
$w^{IV} = 2,76$; $w^{V} = 5,1$; $w^{VI} = 12,625$; $w^{VII} = 48,84$; $w^{VIII} = 861,73$ –

Z tego widziemy iak wysokość nadmurowania zrazu nieznacznie a potem nagle wzrasta wznosi się w końcu tak wysoko iak go praktyka robić nigdy nie może.

Że rachunek ten iest pracowitym,(*) lepszy i krótszy sposob nam podaie wyższa Analiza. Która udowadnia że ieżeli grubość sklepienia w kluczu iest $= w$; grubość tegoż sklepienia pionowo uważana wraz z nadmurowaniem dla każdego innego punktu półkola będzie
$z = \frac{w}{\cos^3 v}$ gdzie litera v oznacza kąt odpowiadaiący liczbie stopni pomiędzy każdym punktem a punktem szczytowym to iest w samym środku w kluczu będącym.–

Robiąc z tego równania proporcyą $z : w = 1 : \cos^3 v$ lub $z : w = R^3 : R \cos^3 v$ gdzie R znaczy promień koła, będzie $z : w = Oa^3 : MG^3$. Widziemy więc że wysokość nadmurowania aa' = w i MN = z iaki każdy punkt obwodu podłużnego sklepiennego winien być obciążony maią się odwrotnie iak trzecie potęgi dostaw kątów szczytowych czyli odwrotnie iak trzecie potęgi z wysokości punktów a, M nad linią horyzontalną DE. – Łatwo się widzieć daie że dla punktu D sklepienia gdzie v = 90° a cos v = 0, wysokość obciążenia nieskończenie wielką bywać musiała.



Biorąc koleyno kąty boa, coa, doa, eoa ... = 5.10.15.20.25. 30 &c itd czyli co 5° wzięte, i podług formuły $z = \frac{w}{\cos^3 v}$ dochodząc wysokości namurowania z każdemu kątowi v odpowiadaiącey następuiące wartości otrzymamy:

Dla kąta pochyłowu v.	0.	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90.
Wysokość obciążowana z.	z = 1,0 w.	z = 1,0115 w.	z = 1,05 w.	z = 1,1096	z = 1,21 w.	z = 1,3433.	z = 1,54 w.	z = 1,8197	z = 2,22 w.	z = 2,83 w.	z = 3,77 w.	z = 5,3 w.	z = 8. w	z = 13,248	z = 24,99 w.	z = 57,678. w	z = 191. w.	z = 1510. w.	z = nieskończona.

Uwaga w formule $z = \frac{w}{\cos^3 v}$ przez kąt v rozumie się od powiadaiący liczbie stopni na ćwierćkole od punktu którego kolwiek M do szczytu a, bo taki sam kąt zawsze robi w tym samym punkcie styczna z niego wywiedziona z poziomą. – Nie iest więc ten kąt między cięciwą a poziomą zawarty iak w poprzedzaiącym przypuszczeniu który zawsze iest mnieyszy.–

(*) Rachunek ten iest tylko przybliżonym dlatego że ciężary w środku boków wieloboku wiszące nie maią kierunku swego przez środek ciężkości trapezów przechodzących – i to iest przyczyną różnicy między wypadkami wysokości znalezionych przez poprzeszły rachunek, a przez formułę $z = \frac{w}{\cos^3 v}$.

Nie o 45° ale o 54° aby były w równi. do 60° tylko zbliż więcej o grubość sklepienia nad zamkiem

Oznaczywszy tak grubość pionową [sklepienia] dla każdego punktu półkola, grzbiet sklepienia naj: przód poniżać się będzie aż do punktu Q a potem nagle powznie się wznosić; Jeżeli weźmie: my grubość sklepienia w kluczu = $\frac{1}{12}$ promienia Oa znaleźć można za pomocą rachun: ku wyższego równie jak z prostego wykreślenia linii aNQS. że ten punkt Q odpowia punktowi S o 45° od a odległemu. Ztąd wniosek że wolne półcyrkułowe sklepienie tylko do 45 stopni może wydać linią oporu, bo dalsza część sklepienia od 45° do 90° bar: dzo wysokiego nadmurowania wymagała, dla którego w wyższych piętrach zwykle miej: sca nie masz, nawet ani wysokość pod dach by nie wystarczała — Tu widać także że w razie potrzeby można pogrubiać mury nad pachami sklepień, bez obawy ażeby ich nadpion miał je nazbyt obciążać.

Podobne wypadki otrzyma się dla Ellipsy — Chcąc ażeby łańcuch wziął położenie Elliptyczne widzieliśmy że takiemi samemi ciężarami w pion obciążony być musiał co w położeniu półkolistym. — Więc i tu ta sama formuła służy $z = \frac{w}{\cos 3 v}$ w której jednak dla jakiegobądź punktu M' Ellipsy kąt MCA na wartość v się brać winien nie zaś kąt M'CA. Więc przez samo z siebie wynika że zrobiwszy profil dla sklepienia półcyr: kułowego łatwo zrobić dla Elliptycznego podług wielkiej osi równej średnicy półkola, a małej osi upodobanej, to jest nanosząc w Ellipsę zrobi się A'B' = AB, M'N' = MN, R'S' = RS. itd zawsze na liniach

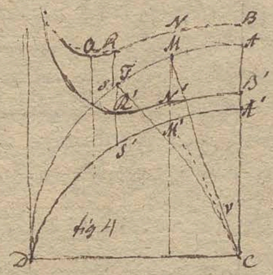


fig 4

w pion branych — Robiąc grubość sklepienia A'B' = $\frac{1}{12}$ DC, zaś A'C = $\frac{2}{3}$ AC czyli $\frac{2}{3}$ DC wypadnie punkt najwyższy R' grzbietu sklepienia na pionowej TS spuszczonej z punktu T odległego od A o 38° 31'. to jest kąt TCA będzie robił 38°.31'. więc będzie bliżej osi BC jak w sklepieniu cyrklo: wym. — Ztąd wniosek że wolne sklepienie Elliptyczne w stosunku osiów jak 3:2. i grubości w klu: czu równej $\frac{1}{24}$ sprzęgu czyli osi wielkiej nie wyda linii oporu tylko do 38°.31'. reszta długości od punktu S' do D wymagałaby nadmurowania przechodzącego piętro — O tem się łatwo przeko: nać sposobem graficznym —

Warunki pod któremi sklepienia półkoliste lub Elliptyczne bez żadnego obciążania mogą się przy jednej wciąż grubości utrzymywać

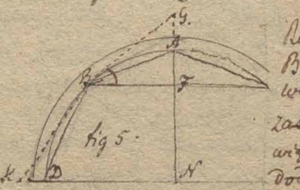


fig 5

Robiąc GBF = 30°
BKN = 60°
wypadnie GF = [illegible]
zaś ~~BF~~ = 0,7071
więc ~~GF~~ = 0,3[illegible]
dodając 0,408
FN = 0,7071
więc ~~GN~~ = 1,0000
więc GN = 1,115.
Więc $\frac{AG}{AN} = \frac{115}{1000}$
czyli

Jeżeli podzielemy półkole na 4 części równe, i uważać każdą część jako Pryzma sobie wystarczające będzie kąt ABF jaki pier: wszy czworak z poziomem robi = 22½ stopni, bo zaymuie tak o 45° a kąt BDH będzie = 67.5°. jaki spodni pryzmat z poziomem robi.

Widzieliśmy mówiąc o Dachach łamanych, że chcąc aby się dwa równej długości i ciężaru pryzmata w równowadze zostawały potrzeba ażeby kąt ABF był = 30° a kąt BDN = 60°, więc w naszym przypadku w kole kąt górny iest za mały, a spodni za wielki. To stwierdza doświadczenie bo 4ch sztuk drzewa równej długości i ciężaru nie można ustawić aby były w równowadze nachylając je tak aby ich końce na półkola obwodzie znaydowały się zaraz albowiem dwa wierzchnie rozepchną dolne i opadną. —

Dla tego podzielmy półkole na więcey części np na 6., ka: żda więc część zaymuie kąt o 30°, będzie więc kąt ABF = α = 15°. kąt BDH = β = 45°, kąt DEC = γ = 75°. Ażeby się więc dwie wie: rzchnie części w równowadze utrzymały AB i BD, potrzeba ażeby Styczne tych kątów były w stosunku ciężarów, to iest tang α: tang β = $\frac{A}{2}$: A + $\frac{B}{2}$ = 1 : 3. części albowiem AB i BD są sobie równe to iest A iest = B. — Lecz ponieważ spodni kąt BDN = 45°. którey tang: = 1, więc Styczna kąta ABF powinna być = 0,33333.

18° 26'. Styczna zaś tego kąta 15° = 0,2679, widziemy więc że kąt ABF o 15 stopniach iest za mały.

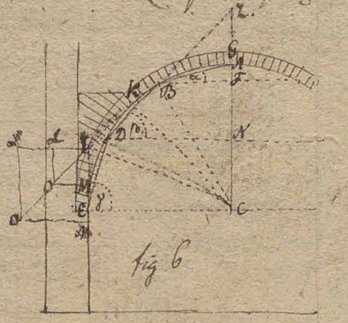


fig 6

Równowagę

Rownowaga więc tylko wtedy mieysce mieć będzie ieżeli z punktu B ponad AB poprowadziemy linią ku G. i wystawiemy sobie w myśli jakoby Ciężkość pierwszey części Sklepienia u niey była zawieszona. Aby znaleść ten punkt G zrobmy promien czyli połowę szerokości Sklepienia połcirklowego $EC = R$ będzie $BF = R \sin 30° = \frac{R}{2}$; daley $FA = AC - FC = R - \sqrt{(BC^2 - BF^2)} = R - R\sqrt{(1-\frac{1}{4})} = \frac{R}{8}$ blisko. Jeżeli więc sklepienie ma się w punkcie G dostatecznie wspierać potrzeba aby było $\frac{FG}{BF} = \frac{1}{3}$. że zaś $BF = \frac{R}{2}$ więc $FG = \frac{R}{6}$. Z tego dowiedziemy odległości AG gdzie się część wierzchnia Sklepienia opiera $= FG - AF = \frac{R}{6} - \frac{R}{8} = \frac{1}{24} R$. (nie $\frac{1}{24}$ ale $\frac{1}{30} R$).

$Fc = r. \cos 30 = 0,866. r.$
więc $FA = 0,134\ r.$
zaś $FG = 0,1666.$
rożnica $0,0326.\ r$
blisko $= \frac{1}{30}\ r$ nie zaś $\frac{1}{24}$ –

W Sklepieniu więc połcirklowym otrzymamy punkt nacisku iego w samym środku biorąc $\frac{1}{24}$ promienia na odległość tegoż punktu G od spodniego punktu A.

Jeżeli Sklepienie nie będzie miało w kluczu grubości rowney $\frac{R}{24}$ ciśnienie wypadnie po nad iego grubość gdzie nie maiąc oporu zwalić się musi. –

Uważać iednakowoż potrzeba że $\frac{1}{24} R$ iest naymnieyszą grubością iaką można dawać Sklepieniom w kluczu, oraz że ieżeli chcemy bezpieczeństwa naymnieyszego, ten punkt oporu G w środku grubości Sklepienia (ktorą nazwiemy przez w.) umieścić wypada – Będzie więc grubość Sklepienia w kluczu $w = \frac{2R}{24} = \frac{1}{12} R$. To się zgadza z praktyczną zasadą Budowniczych że chcąc otrzymać grubość Sklepienia w kluczu, podzielić potrzeba szerokość tegoż Sklepienia w świetle uważaną przez 24 – Że w tym przypadku stałość Sklepienia na grubości $\frac{w}{2}$ polega rozumie się przez się.

Że przy zakończaniu Sklepienia klucz bywa mocno wbijany aby ciśnieniu poziomemu w tem mieyscu dostateczny odpor dawał, doświadczony budowniczy nie tylko go mocno podeprze ale często kawałki pod niego co podłoży aby po wybraniu krążyn mieysce właściwe dla siebie znalazł.

Lecz przystąpmy do trzeciey części Sklepienia DE.

Jeżeli średnia część Sklepienia BD ma w rownowadze utrzymać część iego nayniższą DE zostaie nam zastanowić się nad linią oporu tey części nayniższey iego DE.

Jeżeli ta druga część BD sklepienia od trzeciey DE dostatecznie ma być wsparta potrzeba aby: tang β : tang γ = 3 : 5 miało się; że zaś tang β = 1. więc być winna tang $\gamma = \frac{5}{3} = 1,6667$. – To odpowiada kątowi blisko 59 stopni. Lecz w połokręgu ma kąt $DEC = 45°$. z tąd widziemy że linia oporu padnie poza punkt E. a zatem wystąpi z obszerności Sklepienia. Zapobiegaiąc temu zwykło się w praktyce pachy Sklepien aż do 45°. wypełniać murem, wiążąc iednak ten mur z samym Sklepieniem aby wiązkość iedną stanowiąc linia oporu w niey mieściła się.

Że się przez to rachunek zmienia, dla tego zwykło się z punktu K wziętym w 45°. prowadzić styczną KI, a wewnętrzną stronę muru wiedstągowego przedłużać od E do I. Łącząc punkt I z punktem C łatwo widzieć że $KI = EI$ być musi. Że zaś kąt KCE ogranicza łuk KE o 45°. więc kąt ~~KCE~~ ICE = 22½ stopni być musi, a zatem wysokość $EI = R \tang 22\frac{1}{2}° = 0,4142 R$. – W ten sposob otrzymamy punkt I ktory można uważać za punkt gdzie się linia oporu Sklepienia wspiera na murze podsklepiennym. –

Mamy więc w I punkt taki gdzie Sklepienie całym swym ciężarem $ABDE \chi w = \frac{11}{7} Rw$ pionowo nadół ciśnie – Oprocz tego iest ieszcze w punkcie I ciśnienie poziome ktore dla tego że iest we wszystkich punktach krzywey linii iednakowe naytakowiey w punkcie K będzie mogło być znalezione: To iest taki: Ciężar Sklepienia od A do K iest $= \frac{11}{14} Rw$, że zaś w punkcie K tang 45° = 1. a zatem poziome ciśnienie taki iest wielkie iaki pionowe, więc też poziome ciśnienie w punkcie I będzie $= \frac{11}{14} Rw$. – W Rownoległoboku więc ILOM w ktorym, przez podzielenie linii IE na 2 rowne części w M zostało zrobione $IL = IM = \frac{1}{2} IE$, przekątnia IO będzie kierunkiem podług ktorego sklepienie wywiera swe ciśnienie na wiedstągi.

Kreśląc linią zwyczayną łańcuchową podług tabelli podaney, ponieważ kąt pochyłości iey w S od: powiada (?) odcięty AB = 414 względnie rzędney SB = 881 części, robiąc więc BO = BS będzie kąt BSO = 45°. Jeżeli z punkto O promieniem OS zakreślemy ćwierć koła ESC znaydziemy o ile się szczyt łańcucha A wzniósł nad punkt koła C. tak:

Ponieważ SB = BO = 881 będzie więc $SO = \sqrt{881^2 + 881^2} = 1246. = CO.$ więc CB = CO − BO = 1246 − 881 = 365. Że AB = 414, więc AC = AB − CB = = 414 − 365 = 49 części iakich promień SO ma 1246 więc $\frac{AC}{CO} = \frac{49}{1246} = \frac{1}{25\frac{1}{2}}$ promienia − OC (*)

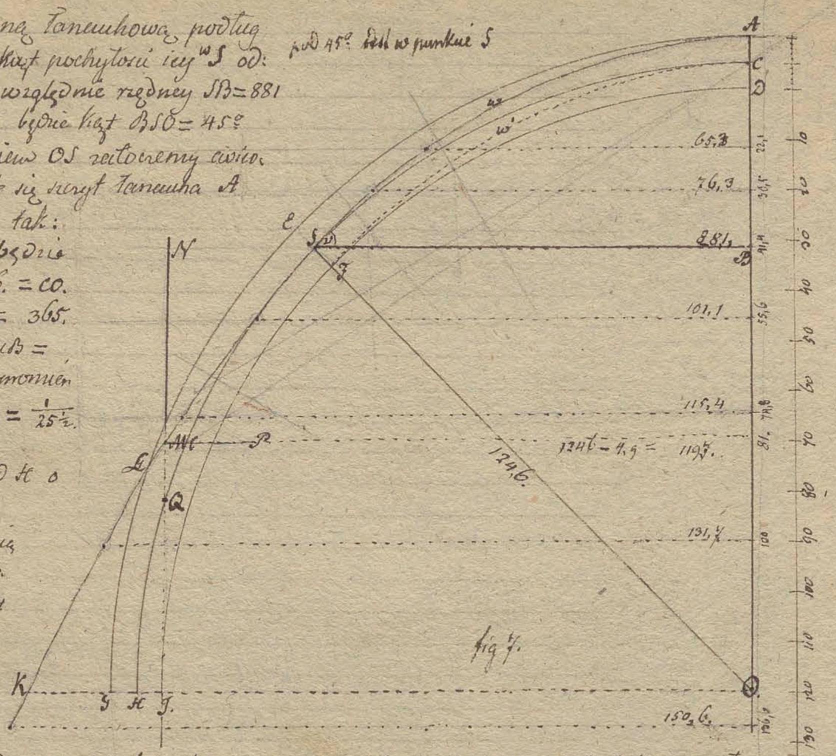
Zaś punkt K oddali się od H o $\frac{1}{5,65}$ tegoż promienia HO −

Linia więc KSA będzie linią oporu dla sklepienia półcerkłowego. Prowadząc przez punkt F wzięty w odległości SF = AC linią krzywą FwC równo: ległe do wygiętości łańcuchowey SwA, ta się zetknie z kołem w punkcie C. − Widoczną więc tu iest rzeczą że moc sklepienia spoczywa tu tylko na płaszczyznach AC i SF, i na przestrzeni między niemi będącey SFCA, bo troykątną część ESA za obciążaiącą z góry, a część spodnią FDC za obciążaiącą z dołu. Właściwe sklepienie zaymujące część środkową SFCA uważać można. Atoli więc sklepienia tego w części wierzchniey do 45° ma tylko połowę iego grubości EF lub AD za miarę. − Tu uwagi tey przytoczyć nie można zaniedbać że ponieważ punkt oporu A linii oporowey SA iest tylko o ½ grubości sklepienia AD wzniesiony iak iest potrzebną rzeczą przestrzegać żeby w murowaniu zamek sklepienny czyli klucz nie mogł się potem poniżyć i dla tego praktyk zwykł na szalowaniu klapę podkładki pod takowy klucz ażeby sklepienie opadaiące nie bardo się poniżyło −

Powierzchnia sklepienia EFDA iest $= \frac{\pi r w}{4.}$ gdzie r iest promieniem SO. w grubością AD. Tę powierzchnią uważać się zwykło iako ciężar ciśnący pionowo na punkt S płaszczyzny EF pod 45° pochyłey, więc tutay ciśnienie poziome S równać się będzie pionowemu i przez też płaszczyznę $\frac{\pi r w}{4}$ będzie wyrażone − Więc takież będzie ciśnienie poziome w każdym innym punkcie linii oporowey KSA.

Ponieważ linia oporu wystąpiła w długości LK poza grubość sklepienia od spodu, nie mogłoby się więc sklepienie utrzymać, gdyby ten △ LKG albo nie wpadał w miąższość muru lub nie został zamurowanym i związanym z samym sklepieniem.

Linia oporu SMK spotyka powierzchnią muru widerlagowego JN w punkcie M. o $\frac{50}{120,6}$ promienia JO to iest o $\frac{5}{12}$ JO. Kąt SMP mogłby z rysunku być poznanym, lecz lepiey szukać go przez porównanie w tem mieyscu siły poziomey z pionową, i z nich zrobić wypadkową. Siła pionowa będzie iak wyżey $= \frac{\pi r w}{4}$, a pionowa będzie równa łukowi CSQ pomnożonemu przez grubość W.



(*) Gerstner na k: 417 dowodzi za pomocą wyższego rachunku że $AC = \frac{OC}{24,2}$; żeby się więc punkt oporu A iescze w miąższości sklepienia znaydował potrzeba ażeby grubość iego AD przynaymniey 2 X AC równała się to iest $\frac{1}{12}$ OC. I na tem się zasadza praktyczne prawidło budowniczych, które $\frac{1}{24}$ część średnicy sklepienia daie na grubość iego naymniey − pospolicie −

Dla sklepienia Elliptycznego podobnie rachunek prowadząc moglibyśmy wynaleźć linią oporu. – Ciśnienie iednak poziome mieć się tutay będzie do pionowego iak $a:b$, to iest połowa osi wielkiey Ellipsy a do połowy osi iey małey b to iest iak połowa rozpiętości Sklepienia do iego wysokości. – Ciśnienie pionowe i w tym przypadku będzie się równało połowie ciężaru całego Sklepienia czyli co iedno ciężarowi połowy Sklepienia $\frac{11}{14}(a+b)w$; poziome ciśnienie $= \frac{11}{14}\frac{a}{b}(a+b)w$. zaś wysokość EI gdzie linia oporu wychodzi z pod sklepienia na mur podsklepienny iest $= 0,414\,b$. Te wyrażenia posłużą nam do oznaczenia grubości murów podsklepiennych. –

<u>Uwaga</u> Ponieważ powierzchnię przekroiów poprzecznych sklepienia za iego ciężary się uważa, nie od rzeczy będzie powiedzieć jak znaleźć powierzchnią kręgu Elliptycznego: Nazwaliśmy a połowę osi większey, b połowę osi małey w Ellipsie, w grubość Sklepienia czyli kręgu. – Tak iak powierzchnia koła $= \frac{11}{14}(2r)^2$, a powierzchnia czwartey części koła $= \frac{11}{14}r^2$. tak i powierzchnia czwartey części Ellipsy będzie czwartey części powierzchni koła maiącego a za promień r ale pomnożoney przez $\frac{b}{a}$. będzie więc: robiąc $Of = a$; $Oe = b$:

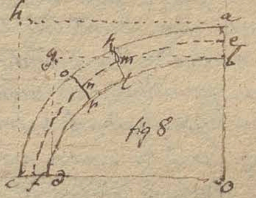


fig 8

Powierzchnia $acO = \frac{11}{14}(Oc \times Oa) = \frac{11}{14}\left(a+\frac{w}{2}\right)\left(b+\frac{w}{2}\right) =$
$= \frac{11}{14}\left\{ab + (a+b)\frac{w}{2} + \frac{w^2}{4}\right\}$ zewnętrzna. –
Powierzchnia wewnętrzna $bdO = \frac{11}{14}\left(a-\frac{w}{2}\right)\left(b-\frac{w}{2}\right) =$
$= \frac{11}{14}\left\{ab - (a+b)\frac{w}{2} + \frac{w^2}{4}\right\}$. Odciągaiąc drugą od pierwszey więc: zostanie powierzchnia $abdc$ kręgu Elliptycznego $= \frac{11}{14}(a+b)\,w$

Powierzchnia części kręgu Ellipsy <u>aklb</u> znaydzie się mnożąc łuk $em \times$ grubość <u>w</u>. powierzchnia części $aopb = en \times w$ itd: –

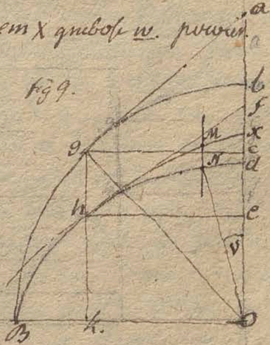


fig 9.

Ponieważ styczne kątów pochyłości stycznych koła względem poziomu dla iakichkolwiek punktów maią się do stycznych dla punktów Ellipsy w pion branych iak $a:b$. będzie więc dla punktu g wziętego w 45°: styczna ca mieć się do styczney ef dla punktu h ellipsy iak $\tan 45°$: $\tan x° = a:b$. $\tan 45° = 1$. ieżeli $\frac{b}{a} = \frac{2}{3}$ będzie 0,666666 odpowiadać kątowi $fhe = 33°.41\frac{1}{2}'$ ten kąt nachylenia będzie przystawać punktowi linii łańcuchowey dla odciętey $xe = 203$ do rzędney $636 = he$, Że $gc = 636$ więc $go = 636 \times 1,4142 = 900$. robiąc $\frac{b}{a} = \frac{2}{3}$ będzie $do = \frac{2}{3}\,900 = 600$
$hk = \frac{2}{3}\,gk = \frac{2}{3}\,gc = 424$. odcięta $= Oe$; odcięta $ex = 203$, więc $Ox = 424 + 203 = 627$. Że $Od = 600$ więc $dx = 27$ części iakich <u>do</u> ma 600 więc $\frac{dx}{do} = \frac{27}{600} = \frac{1}{22,2}\,Do$. czyli $dx = \frac{1}{33,3}\,OB$. –

Gerstner dla znalezienia odległości dx wyprowadza formułę $dx = b\left(0,0413 + \frac{a^2-b^2}{a^2} \times 0,0154\right)$ coby dało robiąc $b = 2$, $a = 3$. $dx = 2\left(0,0413 + \frac{5}{9} \times 0,0154\right) = 2 \times 0,049855 = 0,09971$. względem wysokości Od iak 2 więc $dx = \frac{0,09971}{2} = \frac{1}{20,06}\,Od$, lub $\frac{1}{30,08}\,OB$. Zkąd się okazuie że Sklepienie Elliptyczne do $\frac{2}{3}$ zniżone od półkola może mieć w kluczu $\frac{1}{30}$ rozwartości na grubość zamiast tak w półkolistym wymagało $\frac{1}{24,2}$, robiąc ią $= \frac{1}{24}$ więc zrobiemy sklepienie o $\frac{1}{5}$ część stalszym.

Ażeby wykreślić linią oporu (czyli łańcuchową) podaie Gerstner następuiącą Tablicę na wartości odległości punktu M dla punktu N na Ellipsie w pion uważanego dla kątów $v = NOd$ o 0, 10°, 20°, 30°, 40°, 50° itd stopni, w którey $a = BO$; $b = Od$. Tę linię BAd Ellipsę uważa się podług grubości iednostayney sklepienia Elliptycznego przechodzącą:

Dla 0 stopni iest $MN = 0,0413\,b + 0,0154\,\frac{a^2-b^2}{a^2}\,b$
Dla 10° iest $MN = 0,0372\,b + 0,0137\,\frac{a^2-b^2}{a^2}\,b$.
Dla 20° — $= 0,0265\,b + 0,0093\,\frac{a^2-b^2}{a^2}\,b$
Dla 30° — $= 0,0125\,b + 0,0026\,\frac{a^2-b^2}{a^2}\,b$
Dla 40° — $= 0,0018\,b + 0,0005$ D[o] b
Dla 45° — $= 0,0000\,b + 0,0000$ D[o] b.

Dla 50° iest $MN = 0,0022\,b + \frac{a^2-b^2}{a^2}\,0,0006\,\frac{a^2-b^2}{a^2}\,b$
60° $0,0232\,b + 0,0049\,\frac{a^2-b^2}{a^2}\,b$.
70° $0,0753\,b + 0,0129\,\frac{a^2-b^2}{a^2}\,b$
80° $0,1690\,b + 0,0210\,\frac{a^2-b^2}{a^2}\,b$.
~~90°~~

Z tey tablicy widziemy nawet Gerstner że linia oporu wznosi się w szczycie po nad szczyt linii Elliptyczney o wielkość $0,0413\,b + 0,0154\,\frac{a^2-b^2}{a^2}\,b$. gdzie ieżeli $a = 1$; $b = \frac{2}{3}$ wypadnie jak się wyżey obrachowało MN w szczycie czyli $\delta x = \frac{1}{30}\,a = \frac{1}{30}$ BO. – Zaś Gerstnerowi wypadło znacznie $\delta x = 0,036\,a$ zamiast $0,0333$. –

Pionowe ciśnienie na punkt h iest = powierzchni sklepienia w długości hD. – a poziome będzie równe pionowemu $\times \frac{a}{b}$. bo tu tang kąta $fhe = \frac{a}{b}$ tang agc. – Parcie więc sklepienia Elliptycznego iest większe iak półkolistego. grubszych więc murów wymaga.

Grubość murów podsklepiennych

Wspomniało się wyżey że ieżeli ciśnienie na mur podsklepienny iest tak wielkie że przezwycięża ciężar iego, lub kiedy siła wypadkowa z pionowey i poziomey złożona swym kierunkiem pada na punkt podstawy zewnętrzny lub go poza nię mija, mur wraz z sklepieniem zwalić się musi. Powiedziało się także że stałość tylko na wielkości linii uB to iest odległości punktu B gdzie kierunek siły wypadkowey przecina podstawę od zewnętrzney iey krawędzi u zawisła

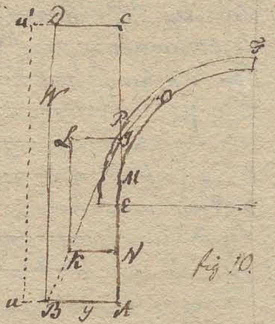


fig 10.

W dotychczasowych pismach o Budownictwie za prawidło stały, że chcąc grubość muru podsklepiennego dociec, potrzeba porównać z sobą momenta statyczne ciśnień sklepienia i oporu muru. – i dać murowi temu tak szeroką podstawę AB iak dla równości tych momentów potrzeba. –

Daymy więc że linia oporu sklepienna spotyka mur w I. zatem ciśnienie poziome na ten punkt iest = S, a pionowe równe ciężarowi sklepienia od klucza F aż do muru wiedziałowego PE. – nazwiemy ten ciężar przez G; że ten ciężar równa się powierzchni sklepienia PEF (: w razie ieżeli mur i sklepienie z równo ciężkiego materyału są zrobione :). Niech y wyraża grubość szukaną muru BA, iego wysokość BD nazwiemy przez W. będzie więc powierzchnia muru = Wy. Podobnie siła poziomo rozpieraiąca będzie S.

Że ciężar muru w środku pionowo ciśnie, więc będzie ramię drążka $= \frac{1}{2}y$, a iego moment statyczny będzie $\frac{Wy^2}{2}$. Ponieważ ciężar sklepienia w kierunku IA pionowo ciśnie, więc ma za ramię drążka y. a iego moment statyczny Gy. Że siła poziomo na punkt I ciśnąca ma za ramię drążka linię $BL = AE + EI$. nazwawszy wysokość AE muru przez E, a wyniesienie punktu paścia I nad poziom E przez e będzie $AI = E + e$ zatem statyczny moment siły rozpieraiącey będzie $= S(E+e)$.

Równaiąc te momenta będzie: $S(E+e) = \frac{Wy^2}{2} + Gy$ z czego się wyciągnie $y = \sqrt{\left(\frac{2S(E+e)}{W} + \frac{G^2}{W^2}\right)} - \frac{G}{W}$.

Przez wykreślenie możnaby znaleść grubość BA a to tak: Obrachowane ciśnienie poziome zróbmy = IL, a pionowe od ciężaru sklepienia pochodzące = IM. Ponieważ ciężar muru iest = Wy. i ma drążka ramię $= \frac{BA}{2} = \frac{1}{2}y$ więc można wziąść połowę tego ciężaru iego i uważać iakoby w końcu A ciśnął to iest w pion na punkt I. – Daymy że szukaną grubością muru iest BA, obrachowawszy iego powierzchnię, odetniemy ią iako ciężar z punktu M w punkt N. Na punkt więc I będziemy mieli dwie siły ciśnące iedną poziomą IL przez IL wyrażoną i dwie pionowe które linia IN wyraża, dopełniwszy □ ILKN linia IK będzie kierunkiem obranym wypadkowey i ten kierunek przedłużony paść winien w stanie równowagi w punkt B – Jeżeli pada bliżey punktu A znak będzie że się grubość BA wielką wzięło – Jeżeli zaś padnie z strony przeciwney ku u znak będzie że została wzięta za mała, powiększaiąc więc lub zmnieyszaiąc tę grubość i zakażdym razem szukaiąc powierzchni muru i tę przenosząc z punktu M w N można przyiść do tego że przekątna IK natrafi przedłużona na punkt B. Tak znalazłszy punkt B pogrubi się mur o pewną część BU dla stałości i przewyższki oporu – Azeby

by zas wiedzieć o ile go pogrubić trzeba obliczyć wiele podług przeznaczenia budowli iak wielkim ciężarem przypadkowym może być sklepienie obciążane, czy w pachach zamurowane posadzką ceglaną wyłożone. ten ciężar obliczony doda się do ciężaru sklepienia i tak ziednoczone ciężary oba przez pot wzięte (dla połowy bowiem sklepienia) zrobi się $= G'$ i postąpi podług równania $y = \sqrt{\left(\frac{2S(E+e)}{W} + \frac{G'^2}{W^2}\right)} - \frac{G'}{W}$ dla znalezienia wartości na y — lub się iey dowydzie przez wykreslenie. Pogrubienie więc Bu podług tego przypadkowego obciążenia większe lub mnieysze wypaść może.

Na uwagę ieszcze zasługuie okoliczność, że w przytoczoney zasadzie obrachunku uważano się mur wiedeslagowy iako całość niepodzielną aż do fundamentu AB. Że iednak zwłaszcza w wysokich murach na spoistości zaprawy wapna polegać nie można nazbyt; okoliczność tę więc załatwiemy ieżeli mur od posady sklepienia aż do fundamentu usuniemy, i tylko tę część w rachunek wprowadziemy która się nad nim znayduie. — Rzecz widoczna że w zrównaniu wyżey podanym momentów statycznych $S(E+e) = \frac{Wy^2}{2} + Gy$, zamiast $\frac{Wy^2}{2}$ położyłoby się $\frac{(W-E)y^2}{2}$; zamiast $(E+e)$ położyłoby się e i to ieżeli by istotnie mur pod posadą sklepienia być nie miało, inaczey zatrzyma się $E+e$. więc będzie $S(E+e) = \frac{(W-E)y^2}{2} + Gy$. z czego się y. przyciągnie. iak w sklepieniach piwnic itp: wrazie przeciwnym zamiast $\frac{Wy^2}{2}$ wzięłoby się $\frac{Wy^2}{2}\left(1 - \frac{2(E+e)}{3W}\right)$. Zob: w spodzie uwagę (*).

Ieżeli w murze maią być otwory iak drzwi okna, a sklepienie w pasy z lunetami za których pośrednictwem całe ciśnienie zlewa się na filary czyli części muru między oknami i drzwiami, wypada więc wynaleść Kubiczną obiętość tych filarów. W tym celu od bryłności muru Wy, odciągnąć trzeba fy gdzie f znaczy stosunek otworów względnie powierzchni zewnętrzney muru. — zamiast więc $\frac{Wy^2}{2}$ położy się $\frac{(W-f)y^2}{2}$ w powyższym zrównaniu

---

(*) Dla usunięcia obawy o niedosyć wielką moc muru z przyczyny zaprawy wap: Gerstner tak rzecz uważa. Wynalazłszy punkt I nacisku od linii oporowey sklepienia na mur, prowadzi daley w miąższości muru linię oporu IOB odpowiadaiącą nie tylko poziomemu i pionowemu ciśnieniu sklepienia ale i części muru $DcIOB$ nad tą linią przypadaiącego aby znaleść punkt B. — w dalszym ciągu dla uniknienia zbyt skomplikowanego rachunku przyimuie IOB w linią prostą IPB. więc część muru $DcIPB$ iako ciężar uważa, więc ciężar części muru $IPBA$ wypuszcza z rachunku — z tego wyprowadza zrównanie momentów $S(E+e) = Gy + \left\{W - \frac{2}{3}(E+e)\right\}\frac{y^2}{2}$. to iest zamiast $\frac{Wy^2}{2}$ kładzie $W\left(1 - \frac{2(E+e)}{3W}\right)$.

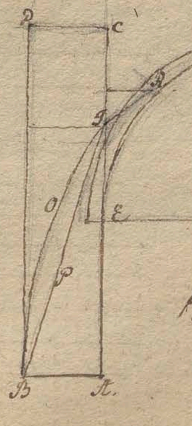


fig 11

Sklepienie mostowe podług linii łańcuchowey

Na sklepieniach często bywaią kładzione ciężary, iak iest przypadek w mostach gdzie droga wierzchem ich prowadzona wymaga wymurowania lub zapełnienia pach, sklepienie więc mostu oprocz własnego ciężaru ma znosić ciężar obciążaiący go. W tym samym przypadku są sklepienia pionic ktore wierzchem wyrownywane dla pomieszkań bywaią poziomo — Takie sklepienia mostowemi zwać będziemy.

Gerstner na k: 425 dowodzi że nakreśliwszy linią łańcuchową M''M'MAMM'M'' itd: podług promienia wygiętości szczytowey iakiegobądź i zrobiwszy ten promień rowny AB. oraz poprowadziwszy przez punkt B poziomą OO. uważaiąc linie BQ BQ' BQ'' za odcięte a linie BA QM Q'M' Q''M'' itd za rzędne, można poprowadzić przez punkt do woli obrany b lub a linią oporu sklepienia stanowiącą iego wygiętość podniebienną m''m'mbmm'm'' lub n''n'nan n'n'' dzieląc rzędne QM Q'M'. Q''M'' w takim stosunku w iakim zostałe podzielona linia BA obranym punktem b lub a. — a to na zasadzie tak udawadnia że rzędne linii oporu dla sklepienia mostowego są w proporcyi rzędnych wolnego sklepienia podług linii łańcuchowey zbudowanego — Linia wygiętości m''m'mbmm'm'', lub n''n'nan'n'' doskonale ciężar na sobie połoźony znieść potrafi — Jeżeli się linią AB podzieliło punktem b na dwie rowne części, a zatem i wszystkie inne rzędne MQ' QM Q''M'' na poł będą się mieć styczne kątow przystawnych linii łańcuchowey M'MA MM'M'' do kątow przystawnych linii m''m'mbmm'm'' iak 2:1. lecz i w tym samym stosunku będą ciężary, bo przez ½ wysokości w drugim razie maiące. — toż samo byłoby gdyby Ba było = ⅓ BA a zatem i wszystkie rzędne tylko n''n'nan'n'' względnie M'M'MAMM'M' itd: — Można iescze daley miasto rzędne linii łańcuchowey zamiast dzielić przydłuży ie podług upodobanego stosunku $\frac{Ar}{AB}$. będzie linia r''r'rrr'r'' itd linią sklepienną spodnią mogącą bezpiecznie znieść ciężar na sobie leżący aż do poziomey OO.

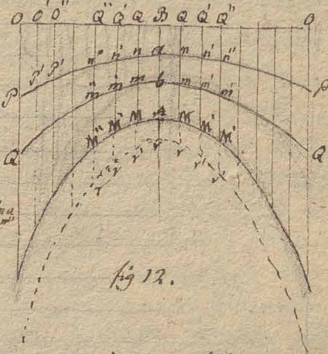


fig 12.

Ponieważ mowi Gerstner każda taka linia iak m''m'mbmm'm'' znosi ciężar aż do poziomey OO, rownie iak linie n''n'nann'n'' na sobie leżący aż do linii OO. Odeymuiąc więc ciężar wyrażony powierzchnią n''n'nan'n'' Q''BQ'', pas między linią n''n'nan'n'' i m''m'mbmm'm'' zawarty doskonale będzie podparty. W każdey więc powierzchni między dwiema liniami oporowemi będącey wszystko się w rownowadze utrzymać musi. Że zaś możemy sobie w rzeczonym pasie nieskończenie wiele linii oporu w myśli wystawić ktore taki własny ciężar znieść są w stanie iak ciężący na nie gorą lub dołem, wynika więc że w ten sposob znaleziony rysunek linii sklepiennych w ktorych żaden punkt nie iest zbytecznym, i cała massa sklepienia w rownowadze zostanie.

Ta Teorya podaie nam zarazem sposob wygiętości podniebienney znalezienia i grzbietowey dla mostu ktoregoby powierzchnia nie była pozioma ale wygięta w gorę. —

<u>Uwaga</u> w mostach itp: bywa daną grubość sklepienia w kluczu BA, szerokość mostu OO, oraz punkt P nayniższego poniżenia sklepienia względnie naywyższego stopnia wody. te więc 3 wymiary BA, OB, OP powinny być podług stosunku ustanowionego. dopoty więc punkt a niżey lub wyżey obierać trzeba i kreślić wygiętość PAP. dopoki mu zadość nie uczyniemy. — Być może że dla stosunku aB: OB może wypaść punkt O bliżey lub daley np w B'B'. Cokolwiek bądź znalazłszy uproporcyonowanie tych 3 wymiarow np pomiędzy O''P'': O''B: Ba. taki profil do [tey] podziałki przyięty przerobionym być może — Toż samo gdyby most miał mieć grzbiet wygięty ~~do punktu~~ przez nakreślenie wiele linii wygiętości dla punktu b w rożnych mieyscach obieranego i punktu a stosunku ab: OB: PQ dopnie się —

Sklepienie mostowe w łuk Elliptyczny

Gerstner wyprowadza na linię oporu sklepienia mostowego Elliptycznego następujące formuły:

(I) Na kąt przystawny $\tan\lambda = \frac{a}{H}\left\{h.\sin v + b.\sin v - \frac{b}{2}\left(v + \sin v.\cos v\right)\right\}$

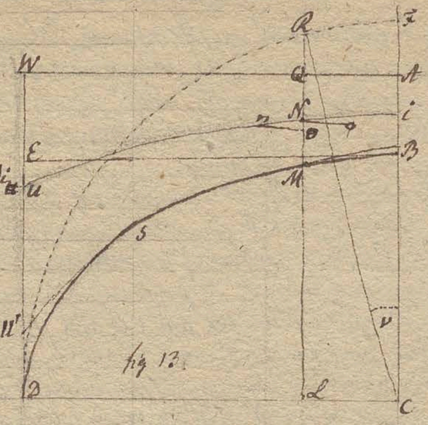
(II) Dla oznaczenia współrzędnych pod pomostem WA, takiej:

$QN = z = \frac{a^2}{2H}\left\{h.\sin^2 v + b.\sin^2 v - b\left(v.\sin v + \cos v - 1 + \frac{1-\cos^3 v}{3}\right)\right\} + Ai$

(III) Na promień wygiętości $R = \frac{H}{\cos^3\lambda\,(h+b-b.\cos v)}$.

Znaczenie liter jest następujące:

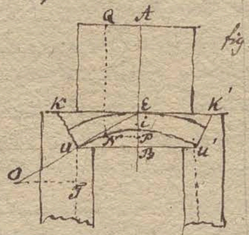
Pomost jest WA nad sklepieniem Elliptycznym DSMB, w niem: a znaczy DC to jest połowę sprzęgu sklepienia, b = BC oznacza wysokość jego w środku, λ oznacza kąt przystawny Nno dla któregokolwiek punktu linii oporowej N.; z = QN oznacza rzędną dla tegoż punktu N od linii WA.



R promień wygiętości dla małego łuku Nn linii oporowej; v znaczy kąt DCF dla punktu R wziętego na kole o promieniem CD zakreślonym w pion nad punktem N; Grubość sklepienia w środku BA = h. Nakoniec horyzontalne ciśnienie jakie sprawia płaszczyzna QABM = H.

Ze 3 zrównania są ogólne dla jakichkolwiek wartości na b. a. h.

Dla zastosowania tych formuł weźmy najprostszy naprzód przypadek robiąc b = 0, zniknie więc tu Ellipsa i nie pozostanie nam tylko massa muru prosta lub cios, którego długość UU' = 2a, wysokość AB = h. dla którego wypada znaleźć linię oporu czyli ciśnień.— Ponieważ w zrównaniach poprzedzających wszystkie wyrazy mnożone przez b zniknąą, zostanie więc $\tan\lambda = \frac{ha.\sin v}{H} = \frac{h\,Np}{H}$. oraz



$z = QN = \frac{ha^2\sin^2 v}{2H} + Ai = \frac{h}{2H}(Np)^2 + Ai$. zatem $QN - Ai =$
$= \frac{h}{2H}(Np)^2 = ip$ więc $(Np)^2 = \frac{2H}{h}.ip$.

To jest oczywiście zrównaniem Paraboli. Linia więc UHiU' jest parabolą w której ip i Np są współrzędnemi a $\frac{2H}{h}$ Parametr.

Zastosujmy te zrównania do otworu UKK'U' nakreślonego który ma znosić ciężar muru wyższego sklepistością w swej miąższości pomyślaną.—

Aby znaleźć powierzchnią ciśnienia poziomego H położmy Np = UB = a, więc $a^2 = \frac{2H}{h}.Bi =$
$= \frac{2H}{h}(AB - Ai)$ i tego wypadnie $H = \frac{a^2 h}{2(h - Ai)} = \frac{a^2 h}{2Bi}$. Więc tem ciśnienie horyzontalne ciosu w punktach U i U' będzie im większe im szerokość otworu 2a i stosunek $\frac{AB}{Bi}$..

Np: Niech wysokość ciosu BE będzie = 1 stopie, wysokość iB = ½, AB = 6 stóp; 2a = 5 stóp więc będzie $H = \frac{a^2 h}{2.Bi} = \frac{25.6}{4.2.\frac{1}{2}} = 37,5$. jako ciśnienie poziome — Zaś pionowe w punktach U i U' jest = ah = 2.5 . 6 = 15. zatem całe ciśnienie wypadkowe z tych dwóch $= \sqrt{(37\tfrac{1}{2}^2 + 15^2)} = \sqrt{1631,25} = 40,39$.. Robiąc więc UF : OF = 15 : 37½ = 2 : 5 = 2 Bi : BU spotkanie KU popowadzi się prostopadle do OU..

Że cios ten ciśnie pierwotnie siłą 2½ raza większą tak pionowo a zatem tak mocno zaklinowanym być musi aby temu naciskowi dał odpór, co to jest z niejakiemi trudnościami połączone, dla tego używa się także ciosy sztorcowe przesklepiać górą, i dopiero w tedy gdy to przesklepienie osiędzie i wyschnie, wkładać cios wolno, aż nie ma znosić jak tylko wypełnienie murem otworu między nim a sklepieniem pozostającego, raz aby mur wyższy na sklepie nie tylko ciężył.—

Z tego przystosowania formuł do otworu prostego wniosek się następuje że w tych formułach wyrazy ~~wartości~~ mające za czynnika grubość sklepienia w kluczu h służą do podparcia przestolicy AWBD.

AWEB i daią Parabolę na linią ciśnień czyli oporu; następne zas członki mnożone przez wysokość sklepienia w świetle w środku b zawieraią zboczenie linii nacisku od Paraboli dla sklepienia Elliptycznego, a zatem należą do podparcia trzykącia EBSD. Widziemy więc że stosunek $\frac{h}{b}$ wstępuie więcey lub mniey na to zboczenie podług swey wielkości.

Grubość sklepienia h zawisła od siły parcia czyli siły horyzontalney H iaką ciory sklepienne wytrzymać winny. Gdybyśmy to parcie zrobili rowne powierzchni iakaby powstała z pomnożenia promienia wgiętości Ellipsy w szczycie rownego $\frac{a^2}{b}$ przez grubość h, to iest zrobili tę siłę poziomą $H = \frac{a^2}{b}h$ i wkładaiąc tę wartość za H w Rownanie (II) szukali wspołrzędnych z dla następnych kątow przystawnych, znalezlibyśmy że na przypadek posunięcia punktu i w punkt A fig. 13. to iest kiedyby linia ciśnień w szczycie z linią drogi poziomą zetknęła się, miały wszystkie wspołrzędne z większe by wypadały od $h+b-b\cos v$. dla tegoż kąta przystawnego v, a zatem że linia naciskow idąca przez punkt B całkiem by w grubość wpadła, to iest ta linia nie miałaby z Ellipsą tylko ten punkt B wspolny, a inne wszystkie pod Ellipsą by wypadały — Potrzeba więc dla linii naciskow większy przyiąć promień wgiętości w szczycie niżeli $\frac{a^2}{b}$ a zatem i parcie większe od $\frac{a^2h}{b}$.

Gerstner daley z rachunku wyprowadza dla	$h=\frac{1}{12}b$;	dla $h=\frac{1}{8}b$;	dla $h=\frac{1}{6}b$
Poziome ciśnienie czyli parcie H rowne...	$1{,}3730\,\frac{a^2h}{b}$	$1{,}1648\,\frac{a^2h}{b}$	$1{,}0608\,\frac{a^2h}{b}$
Pionowe ciśnienie przy widerlagu $=a(h+0{,}2146\,b)$	$0{,}2979\,a.b.$	$0{,}3396\,a.b.$	$0{,}3813.\,ab.$
Wysokość linii oporu nad widerlagiem podług Formuły $DU' = b - \frac{a^2}{2H}(h+0{,}0959\,b)$ ...	$0{,}2169\,b$	$0{,}2402\,b.$	$0{,}2575\,b$

Wysokość linii oporu nad każdym punktem M elliptycznego łuku iest oczywiście:
$MN = QL - QN - ML = h+b-z-b\cos v$. zatem wkładaiąc wartość za z podług Form II.
$MN = b(1-\cos v) - \frac{a^2}{2H}\left([h+b]\sin^2 v - b\left[v\sin v + \cos v - \frac{2}{3} - \frac{\cos^3 v}{3}\right]\right)$.

Np: ieżeli $b=\frac{2}{3}a$; nadto $h=\frac{1}{12}a$; zatem $h=\frac{1}{8}b$ będzie dla kąta $v=0$. $MN=0$. zatem punkt B iest wspolny Ellipsie i linii oporu, daley dla kąta $v=30°$ będzie $MN=0{,}0059\,b$; dla kąta $v=45$ iest $MN=0{,}0031\,b$; dla kąta $60°=v$ będzie $MN=0{,}001.b.$; dla $v=90°$ iest $MN=0{,}2414.b.$

<u>Uwaga</u> W zastosowaniu do praktyki widziemy że wprost z tey teoryi można 3 przypadki rozwiązać podług tego iak grubość Sklepienia w kluczu iest $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{8}$ lub $\frac{1}{6}$ iego wysokości w świetle?
Weźmy sobie dla lepszego poznania rzeczy przykład następuiący:
Grubość sklepienia w środku $AB=h=2$ stopy; wysokość sklepienia w świetle $BC=b=16'$
Szerokość sklepienia $2DC=2a=48$ stop więc $DC=a=24'$. będzie więc:
Siła rozpieraiąca $H = 1{,}1648\,\frac{a^2h}{b} = 83{,}865$.
Ciśnienie pionowe na punkt $U' = 0{,}3396\,ab. = 130{,}4064$.
Wysokość punktu nacisku U' nad punktem D będzie $DU' = 0{,}2402\,b = 3{,}8432$ stop.
Więcby podług tego wypadała $\tan \lambda = \frac{130{,}4064}{83{,}865} =$

Jeszcze nam zostaie zrobić uwagę nad liczbą linii nacisku zabezpieczaiących massę elliptycznego sklepienia od upadnięcia:

1º Że przez wszystkie punkta grubości sklepienia w szczycie $AB=h$ można prowadzić linie nacisku rownoległe do nayniższey linii nacisku, a zatem maiące własność doskonałego wspierania sklepienia, a zatem że cała przestrzeń pomiędzy naywyższą i nayniższą linią ciśnień służy za podporę sklepienia —

2º Także możemy wszystkie rzędne od linii drogi do linii elliptyczney sklepienia dzielić podług upodobanego stosunku np iak $1:\frac{1}{2}$; tęczę z sobą fig 15 punkta przedziałow B' M' N' i D' z sobą samo z siebie widoczna że przestrzeń także pomiędzy linią drogi AW i elliptycznym łukiem BD linią B'N'D' na 2 części rowne zostanie podzieloną, zatem powierzchnia AB'NQ będzie połową powierzchni ABNQ — Szukaiąc więc dla przestrzeni AB'D'W linii ciśnień wypadnie

z własności

snosi ze styczne kątów przystawnych proporcyonalne bydz winny ciężarom obciązaiącym. celem tang A'no' : tang Nno = $\frac{No'}{no'} : \frac{No}{no}$ = AB'NQ : ABNQ = 1 : 2 i cokolwiek w stosunku = 1 : 2 bydz winno i znaydnie się. Ze wierzchnii tak ciśnien iest w stanie znosić wierzchnie sklepienie w sobie, spodni zaś tak całe sklepienie, wynika z tąd że i przestwor między niemi utrzymać się w sobie iest w stanie.

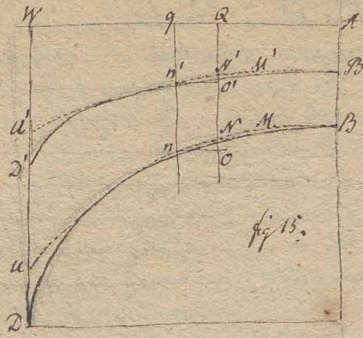


fig 15.

Te stosunki maią mieysce przy innym iakimkolwiek podziale, z tąd więc wynika że można otrzymać nieskończenie wiele linii opory pomiędzy AB i WD z których każda może wspierać tak całą przestrzeń iako też przestrzeń zawartą pomiędzy dwoma liniami opory — możemy więc nieskończenie wiele takich linii prowadzić pomiędzy AW i WD mogących utrzymać w równowadze całą masę pomiędzy linią drogi i naynizszą linią opory, iak się to dla sklepien mostowych tanunkowych okazało.

Przytem iednak uważać potrzeba że dla każdey takiey linii ciśnienie pionowe przy Nasadzie czyli Wiedzagu to samo będzie, ale nie ciśnienie poziome czyli parcie, i tak parcie to będzie dwa razy większe obrawszy linią BD' zaleniey lispień aniżeli dla linii spodniey BD. To się z tąd wyiaśnia że wszystkie promienie wgiętości przedniey linii cisnien dwa razy większe bydz muszą iak linii spodniey, więc też i w tym samym stosunku muszą bydz ciśnienia poziome — że zaś promienie wgiętości tem większe bydz muszą im wyzey punkt B' nad szczytem B został wziętym wynika z tąd, bo wygiętości takowe od spodu ku linii drogi w gorę coraz mnieysze, tak że przy samey tey linii drogi wygiętość znika. Jeżeli więc tak BD' wprzodku pomiędzy AB i WD poprowadzonym został, przez pot więc tylko taką wygiętość mieć może iak tak spodni, a zatem i iego promień wgiętości dwa razy większym bydz musi — ścisły dowod tego dyfferencyonalnym rachunkiem może się wyprowadzić —

Sklepienia w Banie

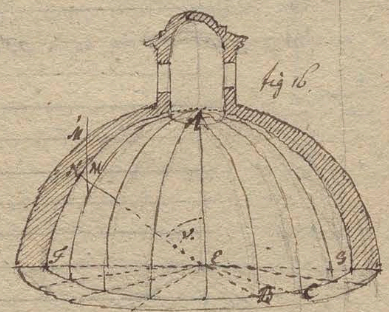


fig 16.

Rożnią się od sklepien krzyżowych że ich żebra ABC schodzą się w gorze w iednym wspolnym punkcie A, zatem się w gorę zwężaią, kiedy w sklepieniu krzyżowem są iedney szerokości. — I tutay na moc zaprawy wapienney żadnego względu dawać się nie będzie.

Prawidła podane względem wrażennego położenia względem siebie przymałow są ogolne i niezawiste od kształtu zwornikow, przyimiemy więc i tu za zasadę że każdy zwornik takie mieć winien położenie żeby nie tylko utrzymać był w stanie rownowagę zwornika na sobie leżącego ale i wszystkim iakiebyteu zwornik obciążony czyli ogolnie całey masie sklepien zwornikow na sobie leżących. — ciśnienie więc horyzontalne w każdem miejscu mieć się musi do ciśnienia pionowego iak promień do styczney kąta przystawnego —

Iak obciążyć każdy zwornik aby sklepienie baniaste utrzymało kształt połkolowy lub elliptyczny, a razem aby miało własność linii opory —

Nazwiemy wysokość kopuły w srzelle przez a = AE. połowę szerokości BG = b. wysokość obciążenia dla iakiegokolwiek punktu M ko cest MM' = z, a wysokość obciążenia punktu na 45° będącego N niech będzie = f, otrzymamy podług naukie wyżsey Analizy $z = \frac{f}{4 \cdot \sin v \cdot \cos^2 v}$.

Nazwawszy kąt CEB z podziału sklepienia na pewną liczbę żeber przez w a horyzontalne ciśnienie przez Q, będzie $Q = \frac{b^2 w \cdot f}{4 a}$.

Podług Rownania na Z. następuiące wartości na obciążenie zworników od 10° do 10° wypadły.

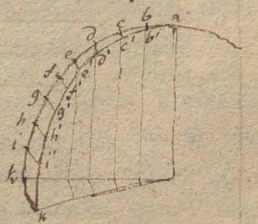
Dla	$v = 0.$	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90
Jest wielkość	na Z. nieskończenie wielka	1,507 f.	0,881 f.	0,77 f.	0,865 f.	1,00 f.	1,229 f.	2,309 f.	6,65 f.	48,482 f.	nieskończenie wielka

Z tego rachunku widać że wolne Sklepienie baniaste elliptyczne tak w Szczycie iak przy Nasadzie większego obciążenia wymaga iak go może dadź iednostayna wążż grubość Sklepienia. Przyczyna tego iest że w Szczycie żebra wąskie za nadto wypadaią, i tylko w punkt ieden się schodzą, zatem nie mogą dadź odporu innym częściom żeber. W bliskości zaś Nasad nie iest wstanie prawie pionowe położenie Zworników dadź odpor ściśnieniu innych.

Pierwszy okoliczności w Szczycie tem się zaradzi ieśli damy całemu ciężarowi którym ma bydź sklepienie baniaste aż do pewnego od Szczytu odległości obciążone oznaczoną wielkością wielkość podług wyższego Rachunku znaydzie się dla iednego żebra pod kątem v wyrażona uważanego $= \frac{b^2 \cdot w \cdot f \tan v}{}$ gdzie v znaczy ilość stopni od Szczytu. – a dla wszystkich żeber razem będzie $= \frac{b^2 \pi f \tan v}{4}$. – Że zaś promieniem $b \sin v$ opisane koło ma powierzchnią $= \pi (b \sin v)^2$ więc obszerność nastawić się maiącey części Sklepienia będzie $= \pi (b \sin v)^2 \cdot \frac{f}{2 \sin v \cos v} = \pi (b \sin v)^2 \frac{f}{\sin 2v}$. W baniach z latarniami na wierzchu ciężar latarni iest istotnie potrzebnym ich ciężarem. –

Drugiey okoliczności nie inaczey się zapobieży iak tylko przez stosowne ustawienie Zworników, lub przez odpowiednią linią oporu w massie sklepienia utaioną. –

Uwaga Krótszym niżówie sposobem dojść można iaką ma mieć sklepienie baniaste grubość w każdem miejscu, znalazłszy iaką ma mieć grubość beczułkowe, dzieląc ię przez szerokość żebra kliniastego iaka którenu miejscu odpowiada t. i. przez bb' cc' dd' ee' ff'. Że te szerokości wycinka powierzchni kuli są w stosunku okręgów swoich, a okręgi są w stosunku swych promieni które są tutay wstawami kątów v t. i. wstawami kątów obeymuiących tuki ab ac ad ae itd. –



Jeżeli zaś chcemy areby wysokość pionowa sklepienia w punkcie pod 45° była iednością, znalazłszy iaka temu punktowi odpowiada podzielić się wszystkie przez nię, inne znalezione. i tak: Znalazło się że dla sklepienia beczułkowego była grubość pionowa pod 45° $= z = 2,83$. dzieląc to przez $\sin 45°$ czyli przez 0,7071068 wypada 4,0023. tego Log: 0,6023016. –

Daty wię tak Rachunek się poprowadzi:

1	Dla $v = 0.$	5°	10°	20	30	40	45	50	60	70	80	85	90.
2.	z = 1,0115	1,0115	1,05	1,21.	1,54.	2,22.	2,83.	3,77.	8.	24,99	191.	15810.	
3.	Log = 0,	0,004966.	0,0211893	0,0827854	0,1875207	0.346353	0,4517866	0,5763414	0,90309	1,3977663	2,2810334	3,178977.	
4	Log sin 0.	8,940296.	9,2396702	9.5340517	9,69897	9,8080675	9,849485	9,884254	9,93753	9,9729858	9,9933515.	9,9983442.	
5	Odciągaiąc	1,06467	0,7815191	0,5487336	0,4885507	0,5382855	0,6023016	0,6920874	0,965569	1,4247805	2,2876818	3,1806338	
6	Odciągaiąc	0,6023016	0,6023016	0,6023016	0,6023016	0,6023016	0,6023016	0,6023016	0,6023016	0,6023016	0,6023016	0,6023016	
7	Rownica log:	0,4623684	0,1792275	9,946432	9,88625	9,935984	.0.	0,0897857	0,3622578	0,822479	1,68538	2,5783322	Nieskończone.
8	Liczba Nieskończona	4,627	1,511	0,884	0,77	0,863.	1.	1,23.	2,303.	6,645	48,46.	378,73	

W tym rachunku Liczby pod Linią 1° są stopnie od wierzchołka dla punktu obranego czyli kąt v. – Liczby pod Linią N.ro 2 są grubości pionowe iakie się wyżey dla sklepien beczułkowych znalazło potcentlowych Linia N.ro 3. obeymuie Log: Liczb poprzedzaiących. W Linii N.ro 4 są Logar: wstaw kątów v w 1.ey Linii. te odciągnięte od Logarytmów w 3.ey Linii daią Rubrykę N.ro 5. – Rubryka N.ro 6 obeymuie Log: liczby 4,0023 który odciągnięty od poprzedzaiących daie w 7.ey Rubryce Logarytmy liczb umieszczonych w rubryce 8.ey które są szukanemi grubościami pionowemi sklepienia potcentlowego baniastego gdzie te same wypadły się otrzymało iak wyżey. –

Linia oporu dla sklepienia baniastego ~~wolnego~~ elliptycznego tylko za pomocą wyższego rachunku znaleziona być może. Gerstner obrachował ią, ale tylko dla części spodniey sklepienia t. i. od 45° do 90°, bo wyższą część przypuszcza że się tak obciążyło iak równowaga wymaga: ta — Następujące przytoczyiego Równania.

(I). $\tang \lambda = \frac{a}{b} + \frac{4a^2}{bf}\left\{\frac{\beta}{b}(\cos 45° - \cos v) - \left(\frac{\beta}{b} - \frac{a}{a}\right)\left(\frac{\cos^3 45° - \cos^3 v}{3}\right)\right.$ służy dla znalezienia kątów przystawnych λ iakie robi linia oporu elliptycznego sklepieni z poziomem w każdym punkcie.

(II) $z = a(\sin v - \sin 45°) + \frac{4a^2\beta}{fb}\left\{\cos 45°(\sin v - \sin 45°) - \left(\frac{v + \sin v.\cos v}{2} - \frac{\pi}{8} - \frac{\sin 45°.\cos 45°}{2}\right)\right\}$
$- \frac{4a^2}{f}\left(\frac{\beta}{b} - \frac{a}{a}\right)\left\{\cos^3 45°\left(\frac{\sin v - \sin 45°}{3}\right) - \left(\frac{v}{8} + \frac{\sin v \cos v}{8} + \frac{\sin v.\cos^3 v}{12} - \frac{\pi}{32} - \frac{\sin 45°.\cos 45°}{8}\right.\right.$
$\left.\left. - \frac{\sin 45° \cdot \cos^3 45°}{12}\right)\right\}$. dla znalezienia rzędney punktu po pod linią poziomą poprowadzoną przez punkt na linii oporu w 45° wzięty.

W tych równaniach znaczy a wysokość sklepienia aż do środka iey grubości w szczycie
$\underline{b}$ znaczy połowę sprzęgu także od połowy grubości sklepien na posadzie uważanego.
$\underline{a}$ znaczy grubość sklepienia w szczycie; β grubość sklepienia na posadzie.
v iest kąt odpowiadaiący liczbie stopni od wierzchu na kole opisanym połową średnicy dla punktu w pion od linii oporu. obranego.
f. iest obciążenie punktu na 45°.

Byłoby za wiele chcieć linią oporu w każdym razie w cały długości przez taki rachunek rysować. Lecz że w tem neywięcey o to chodzi aby wiedzieć mieysce gdzie linia oporu napada na mur — iakie tu sprawia ciśnienie poziome i pionowe, dla tego w następuiących tabellach obrachował Gerstner ten punkt napadu i to dla szczególnych 6 przypadków to iest: dla grubości sklepienia przy nasadzie czyli widerlagu równey $\frac{3}{72}$, $\frac{4}{72}$, $\frac{4\frac{1}{2}}{72}$, $\frac{5}{72}$ i $\frac{6}{72}$ całey szerokości sprzęgu; to iest dla tych przypadków go obrachował w których bierze szerokość sprzęgu sklepienia 72 stop, dałoby się grubości sklepienia przy nasadzie stop 3. 4. $4\frac{1}{2}$ 5. lub 6.

dla $\frac{2a}{a} = \frac{\beta}{2b}$

Dla $\frac{\beta}{2b}$	Kąt v pod iakim punkt napadu znayduie się —	wysokość punktu napadu nad nasadą	wartość na f.
$\frac{3}{72} = \frac{1}{24}$	73° – 24′ – 8″	0,3122 a	0,0737 a
$\frac{4}{72} = \frac{1}{18}$.	70° – 48′ – 43″	0,3461.a	0,0982 a
$\frac{4\frac{1}{2}}{72} = \frac{1}{16}$	69° – 38′ – 9″	0,3622 a	0,1105 a
$\frac{5}{72} = \frac{1}{14,4}$	68° – 31′ – 18″	0,3777 a	0,1228 a
$\frac{6}{72} = \frac{1}{12}$.	66° – 26′ – 37″	0,4073.a	0,1473 a.
Zaś ieżeli $\frac{a}{a}$ iest = $\frac{\beta}{2b}$			
$\frac{1}{24}$	73° – 24′ – 8″	0,3271.a	0,0884 a
$\frac{1}{18}$	70° – 48′ – 43″	0,3541.a	0,1179 a
$\frac{1}{16}$	69° – 38′ – 9″	0,3698 a	0,1326 a
$\frac{1}{14,4}$	68° – 31′ – 18″	0,3841.a	0,1473 a
$\frac{1}{12}$	66° – 26′ – 37″	0,4124.a	0,1768 a
$\frac{7}{72}$.	64° – 31′ – 32″	0,4391 a.	0,2062 a.

W ostatniey rubryce wyrażałości wartość na $f = 0,7071068.\,a\left(\frac{\beta}{b} + \frac{a}{a}\right)$ w celu, bo wartość ta dla oznaczenia obciążenia Elliptycznego sklepienia od 0 do 45° iest potrzebna, równie iak dla oznaczenia ciśnienia poziomego.
Objętość kubiczna sklepienia od 0 do 45° wynosi podług obrachunków poprzedzaiących $\frac{\pi b^2 f}{2}$ horyzontalne ciśnienie dla każdego żebra $= \frac{w\, b^2 f}{4a}$ gdzie w znaczy kąt CEB fig 16.
Ponieważ przestrzeń pomiędzy grzbietem sklepienia w parze o linią oporu czyrą zostać nie powinna ale zamurowaną, dobrze iest taki zrobić stosunek $\frac{\beta}{b}$ i $\frac{a}{a}$ ażeby ta przestrzeń iak neymnieysza była. Do tego służy o: Koliżność że wszystkie sklepienia od nasad rosną się grubsze iak w szczycie, korzystnie więc będzie zrobić $\frac{\beta}{b}$ większe a przeciwnie $\frac{a}{a}$ mnieysze; że iednak bardzo oddalać się od średnich tych stopniów nie można dla tego w pierwszey tablicze przyięto się $\frac{a}{a} = \frac{\beta}{4b}$. — w drugiey $\frac{a}{a} = \frac{\beta}{2b}$

ciśnienie pionowe, czyli temu ciśnieniu odpowiadaiąca brytowatość znaydzie się mnożąc horyzontalnie ciśnienie przez styczną kąta A który się podług formuły (1) obrachuie.

Zastanowienia rzecz warta że Budowy starożytnych a szczególniey Panteonu Rzymskiego takie są z tą teoryą zgodne, iak się z profilu Sklepienia nad nim przekonać można.

Dowiodło się że nie iest potrzebną rzeczą dawać Sklepieniu iednakowey grubości od 0° do 45°, i dosyć iest aby to sklepienie od 0° do 45° miało brytowatość $\frac{\pi b^2 f}{2}$, bo tego wymaga równowaga dla części dolney sklepienia od 45° do 90°.

W nowszych Sklepieniach baniastych stawia się na wierzchu Latarnie, które że ciężkie są, iak reszta przestrzeni sklepienia aż do 45°: więc też ta przestrzeń większą miewa grubość.

W Panteonie Rzymskim w środku iest tylko otwór, w około którego grubsze iest sklepienie iak od 30° do 45°: z góry rachuiąc; od 45° stopnia zaś ma to sklepienie ku nasadom większą grubość iak nowe kopuły tego rodzaiu.

W wielu pismach w tym przedmiocie znayduiemy uwagę że w budowie kopuł nie masz potrzeby troszczyć się o stosowne podparcie ich, bo Zworniki w koło otaczaiące przestrzeń dla swoiey klinowatości są zabezpieczone od opadnięcia wzaiemnie się iak obręcze trzymaiąc. Lecz doświadczenie nauczyło że przy niestosownych skrzywieniach sklepienia w kopułach płaskich, spodnia ich część nie może dawać odporu pod ciężarem wierzchniey i zewnątrz bywa wypierana. To wyiaśnia poczęści błędy iakie się okazały w niektórych budowach tego rodzaiu a mianowicie w kościele S. Piotra w Rzymie.

W

Wypisy urywkowe

o Sklepieniach przez I.C.G. Hampel.

Obłączystość sklepień być może pełnego cyrkla – to iest półkołem – lub częścią koła mnieyszą od półkoła t.i. łukiem o 60°. 90° itp. i wtedy sklepienie zowiemy płaskiem – Łuk Elliptyczny daje obłączystość mieszaney formy, gdy wysokość sklepienia iest mnieysza od połowy szerokości zowie się spłaszczonem – ieżeli zaś większa, to wzbitem lub wzniesionem. – Do mieszaney formy należą uszcza obłuki sklepień gotyckich – arabskich – anglogotyckich i tak zwane spadziste czyli spadaiące – zwiste

Kuppel – lub Muldengewölbe Voute conque Voute en jatte – ou en tortue. iest to żaglaste, bo mówi że ma kształt płachty w końcach zawieszoney wolno także w środku wydętości formuie. rozumie się kształt przewrócony. – to sklepienie wywiera parcie w same tylko kąty.

Uwaga moja. Trzeba by się przekonać jaką płachta tak zawieszona bierze kotlistość – nieckowatość –

fig 1.

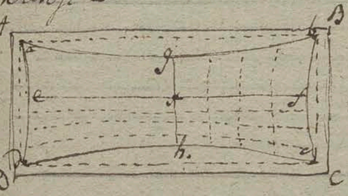


fig 3.

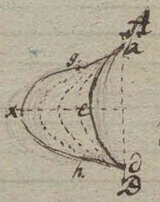
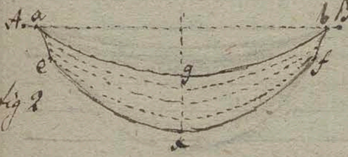


fig 2

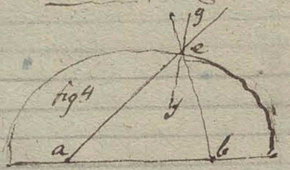


Jeżeli płachta ABCD rozciągnięta na stole, zaczepiona zostanie na gozdziach pośrodwadi wbitych abcd wolney. tey brzegi ab, bc, cd, da, nie wygną się pionowo, ale się wygną pod ciężarem płachty z góry pionowo na nią putnące podług linii agb, bfc, chd, dea – że długość obrębku płachty podług tych linii, równać się musi liniom AB, BC, CD, DA, wygną się więc podług linii AgB fig 2. krzywey równey długości AB prostey fig 1; a że strony węższey w łuk AeD fig 3 równey AD fig. 1. Środkiem wynie się płachta podług linii exf. fig 2 ieszcze wgięłszey ponieważ ef w fig 1. iest mnieysze od ab. a taż sama iest i tu w środku płachty co w brzegu AB. – Dla tey samey przyczyny płachta w przekroju gh fig 1. uważana wydmie się podług linii gxh fig 3 naywygięciey. Z tego widać że płachta tak zawieszona maiąc kotlistość głębszą to iest mnieyszego promienia w przekrojach ef i gh aniżeli w krajach, nie ma kształtu ani ~~powi~~ części powierzchni kuli, ani Ellipsoidy; ani nie należy do powierzchni powstaiącey z posuwanie pręta wygiętego podług pewnego łuku uczynionego w górę a potem na dół – Nadto kieckowatość płachty wręczy w żadnych sklepieniach dotąd nie była używ

wana, bo będzie nieregularna, i brzydka, ia-
ko głębsza w środku połącz wklęsłość jak przy
murach, niewłaściwie zagłaska, przez Podra
Szyńskiego nazwana została.

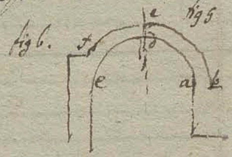
Sie rybacka ma ten sam kształt w płachta

Autor mówi jeszcze o Sklepieniu ślimakowym
en limacon, i gwiazdowym en etoile, lecz nie
zrozumiałe –



Znaleźć 1e spojenie
do Ellipsy.–

Poprowadz od punktu
jakiegokolwiek Ellipsy e
linie ea, eb do ognisk
Podziel kąt aeb na 2 ro-
wne części linia ef ta przedłużona będzie spoje-
niem eg 1me do Ellipsy. Szczególniey ten spo-
sob iest przydatny chcąc nawet Elliptyczną wklę-
sy zdobić, lub cegłę widoczną zostawić.



Grubość sklepien fig: 5. iedney
grubości aż do oporow. i pełnego
łekkta – Doświadczenie nauczą
że sklepienie tego rodzaiu gdy
zostało zrobione z klinców porz-
dnie wyrobionych może się utrzymać bez zapra-
wy wapna, ieżeli iego grubość cd = ab będzie
= $\frac{1}{16}$ ea to iest $\frac{1}{16}$ części z sprzęgu. – A mniey-
szą grubość mieć może, ieżeli iak w fig 6. będzie
do pewney wysokości fc wzmocnione to iest zamu-
rowane.

Gdy Sklepienie żadnego ciężaru znosić nie
ma, grubość iego ab w kluczu może tylko się
równać $\frac{1}{50}$ do $\frac{1}{60}$ części z sprzęgu – ~~jak~~ ~~w~~ nad
wchodem do Panteonu Paryskiego ~~zrobione~~ – iednak
iest cieńsze, bo = $\frac{1}{88}$ części sprzęgu, a przy oporach
= $\frac{1}{44}$ – Sklepienie to iest na gips murowane –
ma 58 stop szerokości, wysokości Ellipsy 18 stop,
grubości w kluczu 8 cali, a przy oporach 16 cali

Autor dzieli Sklepienia co do mocy na Mostowe;
na średniey mocy i siły znoszenia ciężaru; po
trzecie na lekkie, nie obciążone żadnym ciężarem
i podaie Tabellę dla sklepien Kolebkowatych
pełnego łekkta i spłaszczonych. Z tey Tabelli
to się okazuie że:

Dla mostow daie na grubość sklepienia
w kluczu 1 stopę więcey $\frac{1}{24}$ część z sprzęgu, to
iest więcey tyle razy po pół cala ile stop ma skle-
pienie szerokości.

Dla sklepien średniey siły daie 6 cali + $\frac{1}{48}$
z sprzęgu, robi więc ie przez pół tak grube jak
dla mostow.

Dla sklepien lekkich daie 3 cale + $\frac{1}{96}$ części
z sprzęgu, robi więc ie przez pół tak grube jak
poprzedzaiące. –

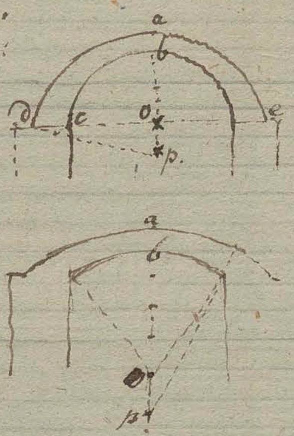
We wszystkich 3 rodzajach iednakowo, od opo-
ru robi dwa razy grubsze – jak w kluczu

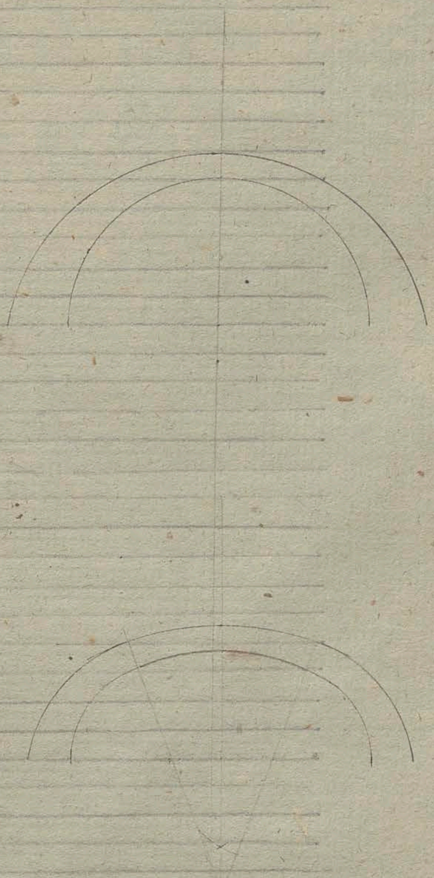
Przez sklepienia zaś średniey mocy rozumie mo: gące znosić mierne ciężary; mogące się używać za po: słogi w domach mieszkalnych.

Sklepienie zaś 3go rodzaiu używa za stropy nieobciążane nad kościołami — wielkiemi salami.

W Gotyckich sklepieniach możoi nie masz potrzeby tey Tabelli, bo w nich naymnieysza iest grubość 6 cali; a naywiększa 12 cali — średnia 9 cali;

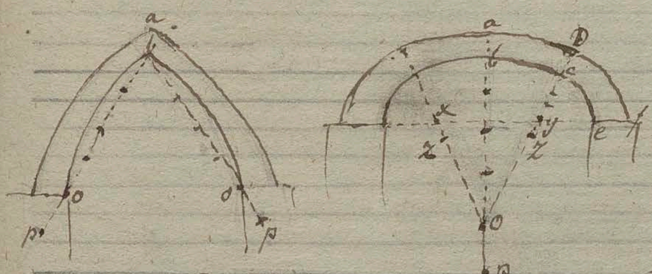
Jak sposobem wykreślnych wykreślić grzbiet Sklepienia zgrubiaiącego się ku nasadom





Gdy sklepienie pełnego cyrkla i znalazło się grubość iego w klu: czu ab. Przedłuży promień bo którym się nakreśliło pod: niebienie Sklepienia o ¼ częś do p, i z punktu p pro: mieniem pa zatoczy łuk dae.

Podobnie się postąpi dla sklepienia płaskiego czyli łukowatego. — Dla sklepienia Elliptycznego i gotyckiego, to iest zawsze przedłużaiąc promienie kto:

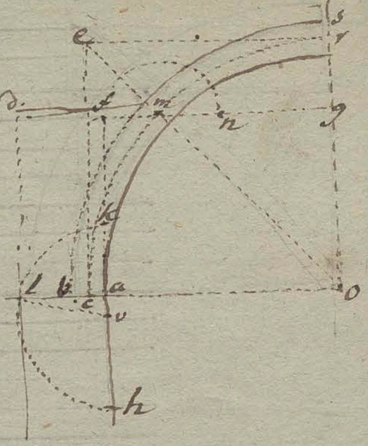


renni się podniebienia wygiętość wykreślito o ¼ częś, aby otrzymać punkt p dla zatocze: nia grzbietu — w Elliptycznym sklepieniu o: prócz punktu p trzeba znaleść punkta z, z prze: dłużaiąc promienie cx o ¼ częś. dla nakreśle: nia łuku Df

Sposoby Rondeleta znaydowania gru: bości murów podsklepiennych

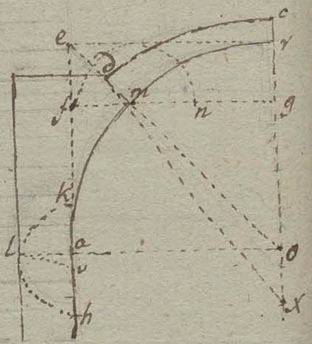
1y Przypadek Sklepienie półcerklowe ro-
wney grubości kolebkowate.

Oznaczywszy grubość sklepienia ba podług poda-
ney zasady; poprowadź modliem jego grubości, tak z
połkole cr. i podziel go w m na 2 równe
części. Przez punkt a poprowadź linią pionową
af i przez punkt m poziomą fmg. Zrob
mn = fm. Pozostającą część ng wziąwszy
w cyrkiel odetniy ią z punktu a w punkcie
h, to iest zrob ah = ng; zrob ak równe
dwa razy większey grubości sklepienia to iest = 2.ab
Nakreśl na linii kh połkole, to przetnie po-
ziomą oa przedłużoną w punkcie l, i z nie-
go spuść pionową, i będzie al szukana
grubością muru podsklepiennego, będącego
w równowadze z parciem sklepienia — dla
pewności więc powiększ tę grubość o $\frac{1}{6}$ część
dla rodzaju budowli silney, o $\frac{1}{7}$ dla średniey
mocy, a o $\frac{1}{8}$ dla lekkiey, czyli słabey. —
Lecz dla większey mocy tak sklepienia uzyskuje
się nad murem robić nadmurowanie aż
do d.



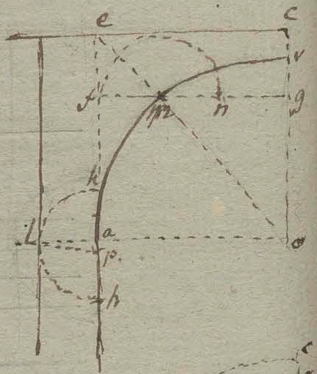
2gi Przypadek Sklepienie półcerklowe w
podniebieniu zgrubia się od klucza ku oporom

Przez punkt a wyprowadź pionową, a przez
punkt r poziomą, punkt spotkania się ich e
połącz ze środkiem o. przez punkt m poprowadź
poziomą fmg zrob ~~fm~~ mn = fm.; ah = ng,
ak = 2 cr. załóż połkole akh na linii kh
będzie la grubością muru szukaną. — Do tak
znalezioney grubości dodaj $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{7}$ lub $\frac{1}{6}$ części
i nadmuruj sklepienie w parze aż do wysoko-
ści d.



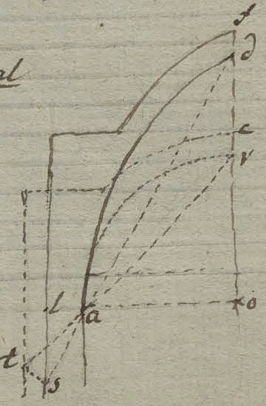
3ci Przypadek Sklepienie równo w grzbie-
cie zamurowane, to iest równo z wierzchem klucza.

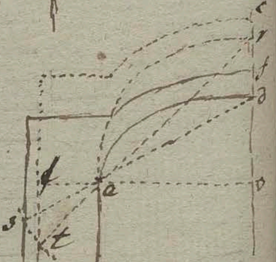
Wyprowadź z a pionową ta spotka grzbiet
poziomy sklepienia w e. poprowadź eo.
Przez punkt m poziomą fmg, zrob mn=fm,
ah = ng; ak = 2.cr. z punktu p załóż połkole
klp, będzie lo grubością muru w stanie
równowagi. — którą powiększych jak się wyżey
powiedziało.



4ty Przypadek Znaleść grubość muru dla
sklepienia spłaszczonego. — lub gotyckiego.

Na linii ao nakreśl ćwierćkoła. Zrob
cr = grubości sklepienia fd. Szukay grubości al
dla muru jak gdyby sklepienie było półcerklowe
i maiące klucz w cr. sposobami wyżey podane-
mi. — przez punkt l spuść pionową, popro-
wadź linią vas aż do spotkania się z tąż linią
w punkcie s. przez punkta d i a poprowadź
prostą nieograniczenie; z punktu a załóż
łuk st promieniem as aż do spotkania
się z linią da przedłużoną; przez punkt
nakoniec spotkania t spuść pionową, która
będzie zewnętrzną stroną szukaney grubości
muru. —

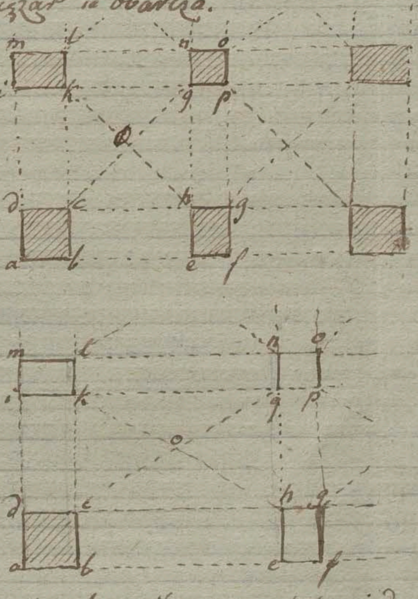




Te wszystkie tu podane konstrukcye są tego rodzaju iż mogą służyć dla budowl wysokich jak np kościołow – to iest dla murow maiących trzy razy większą wysokość od szerokości (sprzęgu) sklepienia. – Ta proporcya wysokości murow pod opor sklepien do sprzęgu sklepien jak 3:1 przytrafia się iednak tylko w gotyckich kościołach – że piętra domow naszych maią ~~ty~~ nayczęściey 14 do 15 stop wysokości, z tego więc wypada że podane konstrukcye wszędzie wystarczaiące być mogą – zatem są do użycia wszędzie.

We wszystkich przypadkach wysokość nad murowaniem pach zachodzie powinna przy grzbiecie sklepienia na przedłużeniu promienia przechodzącego przez punkt w 45°: nad oporem czyli początkiem sklepienia wzięty. – a w sklepieniach Elliptycznych w punkcie gdzie linia przez dwa środki z których się kuli zakreślono przechodząca grzbiet sklepienia przecina –

Dla filarow ~~wna które~~ pośrednich, lub murow to iest sklepienia z dwoch stron spadaią, ~~lub dla murow~~, bierze autor $\frac{2}{3}$ tey grubości, ~~co~~ iaka dla murow zewnętrznych. wypada z wykreslenia – bo tu parcie się niszczy i tylko pionowy ciężar ie obarcza.



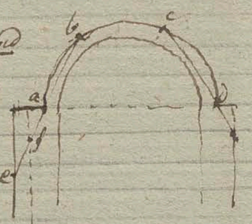
Przypadek 5ty

Znaleść grubość ~~pila~~ row pod sklepienie krzyżowe.

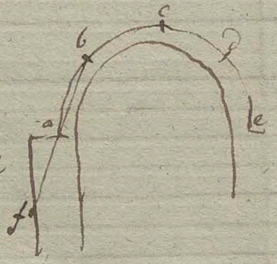
Bierze się nayszerszą kapę czyli kozub ~~sch~~ (: autor bierze nayweższą:) sklepienia za miarę i jakby było kolebkowym spełnione znayduie się grubość muru podług podanych zasad. Że zas całe ciśnienie sklepienia pada w narożniki, da się więc filarowi abcd narożnemu dwa razy ~~większa~~ tak znaleziona grubość w kwadrat. – filarom zewnątrz przypadaiącym da się szerokość he = ik rowna bokowi dc □u narożnika dcab. lecz na grubość hg = mi tylko $\frac{2}{3}$ z szerokości he. Grubość tak znaleziona hg posłuży dla filarow wewnętrznych nopq z których każdy tak w pewien jak w podłuż ~~które się~~ w □ się wystawi, każdy więc bok ich no = nq będzie = $\frac{2}{3}$ boku filaru narożnego ab. Że te grubości takowo iest znaleść zapomocą przecięcia:

nych linii łatwo iest z figury poznać — Jeżeli iednakowoż sklepienie nie na filarach środkowych się wspiera, ale na murach pełnych ota: czaiących lub dzielących zarazem przestrzeń zaskle piona, wtedy da się im grubość taka, iakby się na nich sklepienie kolebkowate wspierało — wreszcie się w zwyczaiu narożniki murów i tam gdzie krzyżo we sklepienie zlewa swe przekątne parcie robić ze wnętrz przypory 6 calowe lub większe.

Dawniey było zasadą, ażeby podzielić obłąk grzbietu sklepienia abcd na 3 części, przeciągnąć cięciwę ba, cd o drugie tyle ażeby mieć punkt e przez który by poprowa dzona pionowa była stroną muru zewnętrzną; lecz ponie waż przez to nazbyt wielka gru bość murów wypadała, dla tego tę konstrukcyę odmienia Autor ~~mówiąc~~ ~~iż~~ o połowę tylko tę cięciwę przedłużaiąc to iest robiąc $af = \frac{1}{2}\,ab$, pionowa przez punkt f prze prowadzona dostateczną, chociaż większą nad potrzebę moc murowi nada. —



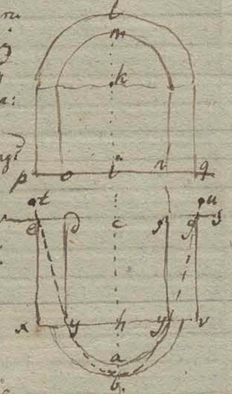
Także robiono tak iż podzieliwszy obłąk sklepienia abcde na 4 części, prowadzono cięciwę ab przedłużaiąc iego drugie tyle do f, aby przez ten punkt f poprowadzić pionową oznaczaiącą zewnętrzną ścianę muru.

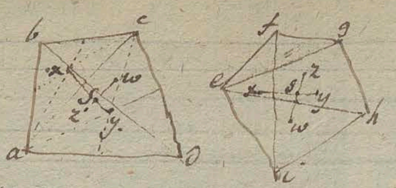


Lecz mówi autor że te wszystkie sposoby nic nie maią pewnego za sobą, i z prawidłami Rondeleta porównywane być nie mogą. —

Sposób znaydowania grubości murów podsklepie nionych łańcuchem był niegdyś taki:

Jeżeli ik iest daną wysokością muru on szerokością przestrzeni zasklepić się maiącey (w wielkie) a mn grubością sklepienia, przenosi ten cały kształt przestrzeni do góry nogami i na: rysuie na jakiey ścianie. Przewiesza łańcuch łybym tak: ażeby się dotknął punktów y. y, i punktu b, co ażeby otrzymać, trzeba dopóty pun: kta zawieszenia t i u ku sobie ie: dnak równo od osi cb pomykać, do póki łańcuch nie dotknie punktów y. b. y. gdzie ten łańcuch przetnie poziom podłogi t. i. linią r. s, to iest w punktach e i f; ich położenie względem punktów wewnętrznych d i f wyda szu kaną grubość murów exyd i fyrg. —

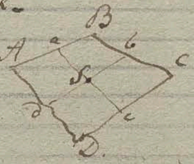




Gdy przestrzeń czworoboczną lub wieloboczną krzyżowo lub kopankowato zasklepić chcemy, iest pytanie iak znaleść punkt środkowy czyli klucz sklepienia — Odpowiedź w środku ciężkości figury. ten zaś środek znaydzie się dzieląc ią na ΔΔ. i szukaiąc środków ich ciężkości a to iak następuie.

Wiemy że Śr: cięż: Δ iest na liniach z dwoch wierzchołków do środka przeciw leżących boków poprowadzonych — Jeżeli więc iest figura czworoboczna abcd znaydzie się środki ciężkości ΔΔ abc cad w punktach. Środek ciężkości będzie gdzieś na ~~ty~~ linii xy. Znaydziemy środki ciężkości ΔΔ bcd, bad w punktach w i z gdzie linia wz przecięta linią xy punkt S będzie środkiem Śr: cięż: czworoboku abcd

Aby znaleść Śr. cięż: figury efghi, szukam środ: kości x dla Δ efi; i środka y dla czworoboku fghi — Dzielę pięciokąt znowu na Δ ehi i czworobok efgh, i znayduię Śr: cięż: dla nich w w i z. punkt przecięcia się S linii xy. wz będzie punktem zbiegania się kozubów sklepiennych.



Dla czworoboku nieregularnego można ieszcze podzielić boki na połowę w punktach abcd poprowadzić linie ac, bd. punkt ich skrzyżowania się S uważać za punkt klucza sklepiennego —

O Sklepieniach. Stampel

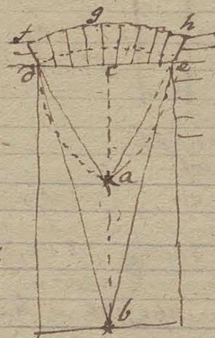
Przy zwyczaynym sprzęgu od 16–18 stop – daie się praktycznie $2\frac{1}{2}$ do 3 stop grubości murom, to więc czyni $\frac{2\frac{1}{2}}{16} = \frac{5}{32} = \frac{1}{6\frac{2}{5}}$, lub $\frac{3}{18} = \frac{1}{6}$ część z szerokości –

Pasy. czyli gurty. daię się co 3 do 4 stop od siebie i dwa razy grubsze na szerz od sklepień, to iest tyle wystaią gorą lub dołem jak iest sklepienie grube.

W sklepieniach krzyżowych potrzeba się szersze nad sprzęgiem naywększym – bo nad perspektywą będą spłaszczone

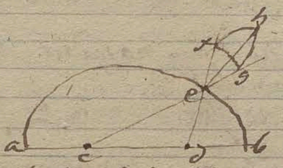
W sklepieniu żaglastem ciśnienie zlewa się na 4 rogi – podobne iest do zawieszonego otwartej w środku płachty wolno, w 4 rogach przytrzymanej horyzontalnie – Kuppel. v. Muldengewölbe. Voute en jatte, Voute en tortue.

Sztorcowe przesklepienie ma stosugi skierowane do a przez zatoczenie łukow da ae. $\frac{1}{6}$ koła; lub do punktu b wziętego tak że $cb = 2de$. Sposob pierwszy mocnieyszy. – Kliñce w środku szersze się robią zataczaiąc z punktu a lub b łuk fgh



Spoienia winny bydz normalne do okręgu podniebiennej

Znaleść ⊥ do Ellipsy przez punkt e poprowadz do ogniska linie ec, ed przedłuż ie rowno do f i g, zatocz z tych dwoch punktow łuki upodobaną otwart: cerkla lecz iednakąc, fh gh, będzie he linią ⊥ do Ellipsy



Połkoliste sklepienie ieżeli ma $\frac{1}{16}$ część z sprzęgu na grubość utrzyma się bez wapna, gdy ma kliñce normalnie przyięte – cieńsze zas bydz może gdy

W Panteonie franc: sklepienie ma 8 cali grubości a 58 stop sprzęgu – iest elliptyczne – na gips murowane – zatem w kluczu iest $\frac{1}{88}$ sprzęgu grube. – żadne go ciężaru nie znosi.

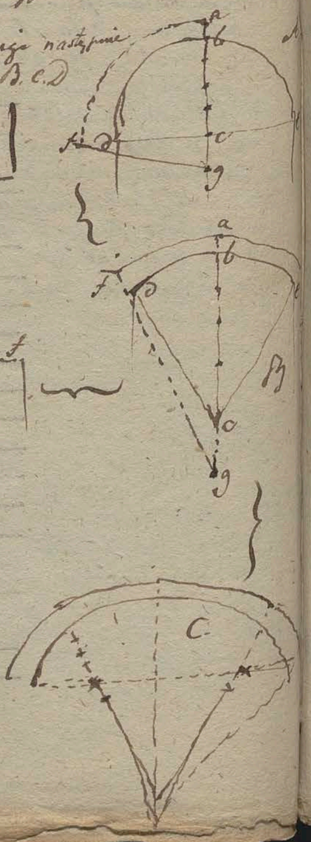
Tablica gruboßci sklepień w kluczu

Sprzęg sklepieni stop.	Grubość w mostach Stop:	cal	Średnich sklepień Stop	cal	Lekkich sklepień Stop:	cal	Sprzęg	Grubość Małowe St:	C:	Średnie St.	C:	Lekkie St.	c:	Sprzęg	Grubość Mostowe St:	c:	Śred: St:	c:	Lekkie St:	c:
3	1	—	—	6	—	3	42	2	9	1	3		9	81	4	3	2	3	1	—
6	1	3	—	6	—	3	45	2	9	1	3		9	84	4	6	2	3	1	—
9	1	3	—	6	—	3	48	3		1	6		9	87	4	6	2	3	1	—
12	1	6	—	9	—	6	51	3		1	6		9	90	4	9	2	3	1	—
15	1	6	—	9	—	6	54	3	3	1	6	—	9	93	4	9.	2	6	1	3
18	1	9	—	9	—	6	57	3	3	1	9	1	—	96	5		2	6	1	3
21	2	—	1	—	—	6	60	3	6	1	9	1	—	99	5		2	6	1	3
24	2	—	1	—	—	6	63	3	6	1	9	1	—	102	5	3	2	6	1	3
27	2	—	1	—	—	6	66	3	9	1	9	1	—	105	5.	3	2	9	1	3
30	2	3	1	—	—	6	69	3	9	2		1	—	108	5	6	2	9	1	3
33	2	3	1	3	—	9	72	4		2		1	—	111	5	6	2	9	1	3
36	2	6	1	3	—	9	75	4		2		1	—	114	5	9	2	9	1	6
39.	2	6.	1	3	—	9	78	4 —	3	2		1	—	117	6	—	3	—	1	6
														120	6.	—	3	—	1	6

Dla Sklepień gotyckich ta tablica nie służy, bo w nich najmniejsza grubość w kluczu iest 6 cali a największa 12 cali a średnia 9 cali dlatego iż tey tylko miary cegły się wypalaią —

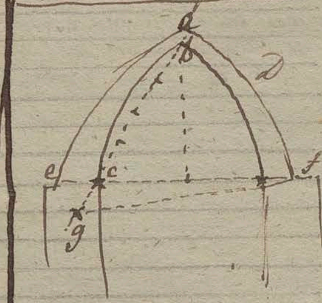
W tey tabelli Sprzęg Sklepienia co 3 stopy się powiększa
W 1ey Rubryce iest grubość sklep: w kluczu dla mostow
w 2ey — — — dla sklepień średniey mocy i znośności — i może się użyć za podłogi w pomieszkaniach
w 3ey — — — dla sklepień nie obciążonych niczem — i tylko swoy ciężar znoszących jak w kościołach
Grubość sklepienia tylko dla cegły 3 6 9 12 15 etc: szerokiey lub długiey iest uważana w przypuszczeniu że (rownej): miary cegła tey miary się u nas wyrabia —
Przy oporach tu się uważa grubość 2 razy większa jak w kluczu (: NB. przez konstrukcyę lepiey tę grubość
NB. Ta tabella iest dla pruskiey miary obliczona — lecz bez zmiany może służyć i dla inney

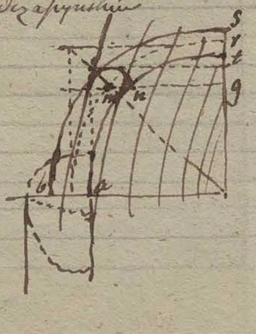
Znaleść przez Konstrukcyę grubość sklepienia df przy nasadzie z ~~dany~~ znaleziony grubości w kluczu ab i ~~średnicy de~~. promienia cd.
Oznaczywszy grubość sklepienia ba przedłuż promień bc do g o ¼ części i z punktu g zatocz promieniem ga łuk af —
Podobnym sposobem się znajdzie dla sklepienia Ellipticznego podłużnego następnie promienie o ¼ część wewnętrznie — Także i sklepienia gotyckiego fig A. B. C. D



Znaleść przez Konstrukcyę grubość muru podsklepiennego
Sposob ten mam opisany osobno pod znakiem (XXX) wcześnie w Rodelecie można go znaleść — lecz się takey iak Hampel mowi się i tu opiszę i tak:

1º. Znaleść grubość muru dla sklepienia ~~beczkowego~~ połkolistego rowney grubości przez wykreślenie w przypuszczeniu że długość tego sklepienia iest większa od szerokości czyli średnicy a razey od długości murow czołowych.
zob fig F — opis w Podczapywaniu

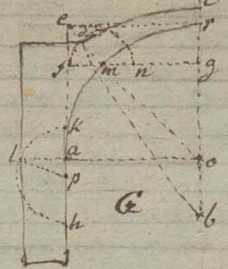


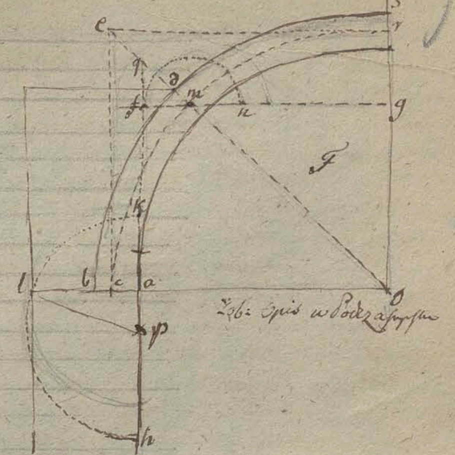


2re Gdy sklepienie potcerklowe zgrubia się ku pitrom. fig. G.

Tu przez punkta r wziąty w podniebieniu sklepienia prowadzi poziomą, a przez punkt a pionową. — przez punkt m na podniebieniu wziąty horyzontalną — Robi mn = fm ah = ng; ak = 2 cr. wreszcie się postępi iak w fig F.

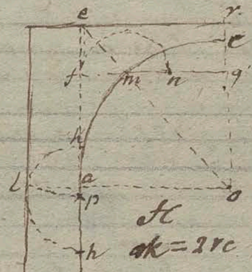
NB w fig. F. G. gdzie przekątnia eo przecięta grzbiet sklepienia, iest miejsce dokąd w pachach zamurowane być powinno —



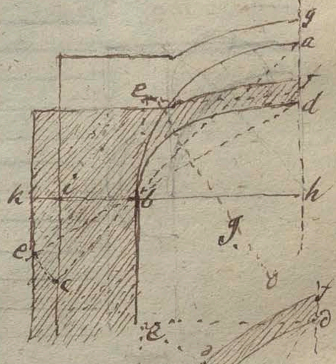


3cie Gdy sklepienie potcerklowe ma grzbiet horyzontalny. fig. H.

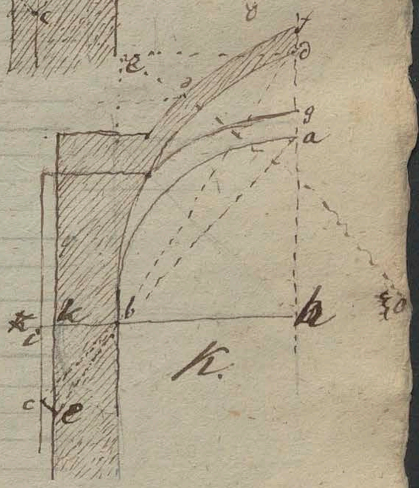
Tu z punktu a prowadzi pionową aż do grzbietu sklepienia, resztę figura okazuie



Uwaga Tak znaleźć by podług fig: F. G. H grubość muru, w stanie równowagi, potrzeba ią powiększyć gdy sposób budowania słaby o $\frac{1}{8}$ części
gdy Do — średni o $\frac{1}{7}$ częśc
gdy Do — mocny o $\frac{1}{6}$ częśc



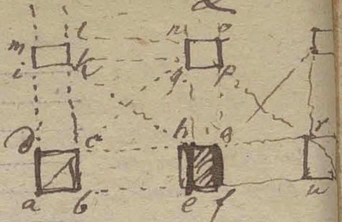
Zadanie. Znaleźć grubość muru dla sklepienia spłaszczonego fig J. — lub wzbitego i Gotyckiego fig K Połową szerokości sklepienia bk zakreśl ćwierkołata ba i uważaj go za podniebienie sklepienia bezkształtowo potcerklowego — daj mu grubość ag równą ag to iest jaką ma mieć sklepienie spłaszczone lub gotyckie w kluczu — podług sposobu F. G. H. szukaj jakaby mu przystawała grubość muru Niech taką będzie bi — Przeprowadź linią przez punkt b linią ab przedłużając ią do punktu c iako równoległą strony muru — poprowadź także przez punkt b linią db, i zrób iej przedłużenie be = bc przez punkt e wyprowadź pionową ek, będzie bk szukaną grubością muru, który dla sklepienia spłaszczonego wypadnie grubszy iak dla potcerklowego — a przeciwnie cieńszy dla gotyckiego.



Uwaga tu się uważa iż w tych wszystkich sposobach nie uważato wcale na wysokość murów — Hampel na to mówi że te konstrukcye mogą być użyte nawet do wysokości murów (do oporu uważanej) równającej się 3 razy wziętej średnicy czyli szerokości sklepienia w świetle — Ten iednak stosunek wysokości murów (pod cerkiel czyli początek sklepienia uważanej:) do szerokości sklepienia iak 3:1 tylko w wysokich gotyckich kościołach przytrafia się, lub klasztorach — Że zaś w domach mieszkalnych wysokość piętrer bywa mała tak iż wysokość murów podsklepiennych w przyziemnych piętrach najwięcej 14 do 16 stop wynosi — stąd więc wynika że podane konstrukcye we wszystkich przypadkach doskonale wystarczaią — i maią mieć zastosowanie.

Zadanie Znaleźć wysokość wypełniania pach. Dopełniwszy prostokąta bedh fig J. K poprowadź linią eo do punktu e do środka z którego obtaczystość sklepienia zakreślona została — gdzie ta linia przecięta grzbiet sklepienia, tam będzie punkt nadmurowania pachy — W sklepieniach potcerklowych fig. F. G. punkt d będzie na linii eo pod 45° poprowadzonej —

L



<u>Grubość murow pośrednich</u>, to iest na które sklepienia obustronnie spadaią, a zatem gdzie parcie się niszczy, cieńsze być mogą. Rondelet takim bądź murom bądź filarom daie $\frac{2}{3}$ grubości murow lub filarow sklepiennych zewnętrznych – aby tylko te cieńsze nie wypadły iak tego inne względy wymagaią, iak np. kominy, wysokość na pięt. stać maiących murow itp.

<u>Znaleść grubość ~~murow~~ filarow dla sklepienia Krzyżowego</u> fig: L

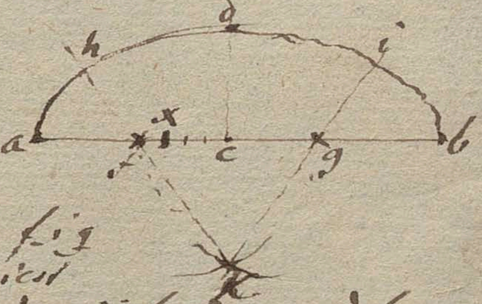
Obiera się naywiększą odległość murow, czyli szerokość Kapy sklepienia, i uważaiąc ią za sklepienie beczułkowe znaydnie się iaka by mu grubość Muru przystawała – a to podług wyżey podanych sposobow. – Da się filarom narożnym <u>abcd</u> <u>rstu</u> dwa razy tak znalezioną grubość na grubość normalną. Pośrednim filarom <u>mikl</u>. <u>hgef</u>. da się w stronach <u>mi</u>, <u>ef</u> tylko $\frac{2}{3}$ części ~~tej~~ z grubości <u>ab</u> na grubość – a w dwoch innych stronach <u>eh</u>, <u>ik</u> całą grubość <u>ab</u>. Filar całkiem pośredni ~~ni~~ ~~między~~ <u>mnop</u> mieć będzie w □ w każdym boku $\frac{2}{3}$ boku filaru narożnego <u>abcd</u>.

<u>Uwaga</u> Lecz ieżeli mury obwodowe ~~słupi~~ na które krzyżowo sklepienie spada w <u>4</u> lub więcy kątach nie są filarami, lecz murami pełnemi, w ow czas tak ie należy uważać iak gdyby na nie sklepienie beczułkowe opadało, a zatem taką im się da poiedynczą grubość iaką by się podług wyżey podanych sposobow znalazło.

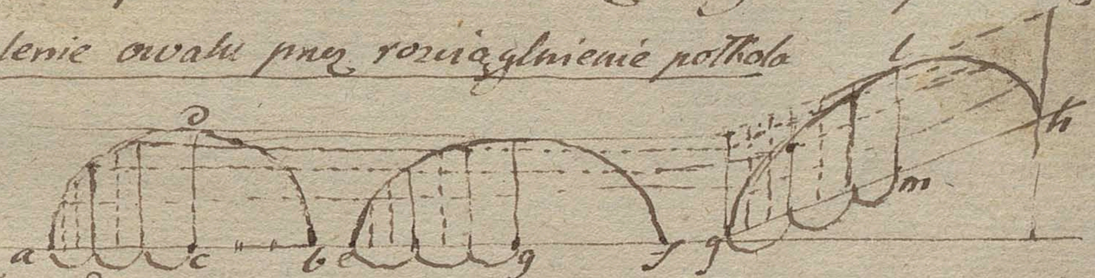
To mi się nie zdaie. bo lepiey mury w przestworach robić cieńsze a słupce oporowe robić grubsze bądź z wnętrza bądź z pola – aby tam gdzie iest ciśnienie większe i opor był większy – i ażeby mury ciągłe i pełne w przestworow ~~rzut~~ nie partych sklepieniami nie mocować nazbyt t.i. pchania murow tych nie dać przyczyny.

Hampel. Wykreslenie Ellipsy ogrodnicze iest znane, aby ię zaś w ten sposób na papierze wykreslić ~~...~~ maiąc daną szerokość i wysokość potelli, przy — znaydź ogniska o. o'. — wyprowadziwszy ze środka z linią ⊥ zn i z punktu n zakreśl tuki promieniem rownym az. te promienie przetną linią ab w punktach o. o'. — Zakręsiwszy część lini ab np. an zatocz tuk z punktu o, a drugą częścią nb tuk z punktu o'. te się przetną w m należącym do Ellipsy — i tym sposobem można tyle iey punktów znaleść ile chcemy — ponieważ tylko te punkta linijką krzywą połączyć.

Pospolicie w Arch: cywilnych spłaszczone tuki kreślą się z 3 środków a to tak: — Zrob ax = cd; podziel xc na 3 części rowne, i iedną takową część odetniy z x w punkcie f. Zrob cg = cf. z punktów f i g zatocz tuki promieniem fg. te się przetną w punkcie k — z tego punktu zatocz tuk hdi, a z punktów f i g tuki ah, bi — ten potowat nie iest wprawdzie prawdziwą Ellipsą — lecz do niej bardzo podobna.



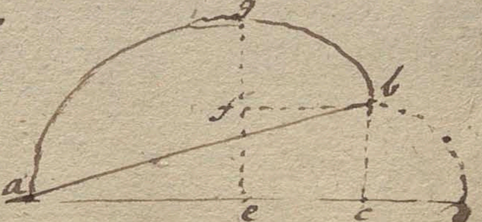
Wykreslenie owalu przez rozciągnienie połkola



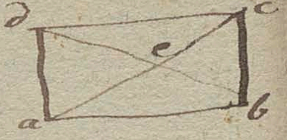
Podziel srednicę połkola ab na 6 części, każdy drugi przedział od środka c na 2 części, a ostatnie od końców a i b na 3 części — w podobny sposób podziel podstawę owalu prostego ef, lub w gorę się wznoszącego gh. Wyprowadziwszy przez wszystkie punkta przedziałów linie pionowe, zrob ie tak dla owalu prostego jak spadzistego rowne liniom pionowym w połkolu będącym i położeniu względnym od środków c. g. m. odpowiadających —

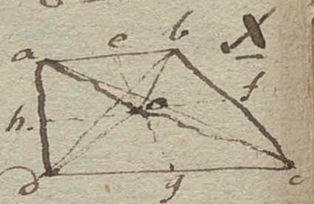
Kreslenie tuku spadzistego z 2ch środków z których każdy 1/4 iest koła —

Gdy iuż linia spadkowa ab ustanowiona została. Zrob cb = cd. Podziel ab na 2 rowne części w e. z tego zatocz ćwiartkę koła ag, a z punktu f ćwiartkę gb



To rozciąglanie obłączystości ma miejsce w sklepieniach Krzyżowych nad prostokątnemi przestrzeniami, chcąc z podłużystości zasklepień nad węższemi stronami ad, bc znaleźć obłączystość spłaszczoną, to przeciw stron dłuższych ab, cd, i przekątni db, ac lub obłączystość kozubów w przeciw stron bc cd ad z podłużysty na przeciw ab gdy przestrzeń jest czworoboku nieregularnego równie jak obłączystość przekątnia krawędzi wydatnych sklepienia Krzyżowego ao, bo, co, do. Wiemy obłączystość tak przybocznych przesklepień jak przekątnej w innych bądź regularnych bądź nieregu: figurach –





X

Znaleźć środek sklepienia Krzyżowego nad przestrzenią nieregularną –

Hampell mniema iż środek ciężkości figury za środek zbiegania się kozubów sklepienych brany być może –

Ażeby znaleźć środek ciężkości figury czworobocznej przetnie się ją przekątnemi w krzyż – i znalazłszy środki ciężk: trójkątów przeciwległych, punkt przecięcia się ~~ich w którą~~ linii łączących je w krzyż będzie środkiem ciężk: szukanym.

Dla figury pięciobocznej znajdzie się środek cięż: czworoboku abcd w punkcie f. i Δ^a aed w punkcie g i poprowadzi linię gf i potem znajdzie się środek cięż: Δ^a bcd w punkcie h, a czworoboku baed w punkcie i i poprowadzi linię hi, będzie więc punkt x gdzie się linie gf i hi przecięły środkiem szukanym

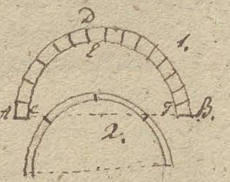
Uwaga W □ figurze można boki przeciwległe podzielić na poł i punkta połączyć liniami, których skrzyżowanie się w środku może być wzięte za środek sklepienia – jak w fig X

Grubość murów podług Rondeleta już mi wiadoma jednak Hampel to dodaje, że jeżeli mury mają wiele drzwi lub okien a zatem są znacznie osłabione – wtenczas długość ściany trzeba powiększyć o 2 razy wziętą szerokość otworów, i dla tak zwiększonej szukać grubości – np ściana ma 54 stop długości, i ma 4 okna po 4' szerokie i 8 stop szeroką bramę, będzie więc jej długość = = 54 + 2(4×4 + 8) = 102 stop. i dla tej długości jak gdyby był mur pełny znajdzie grubość – chociaż istotnie tylko by był 54 stop długi –

o zewnętrzney wygiętosci Sklepień z ciosu. R

Rondelet.

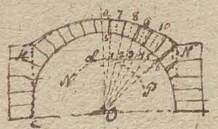
Starozytni ktorzy nie robili innego kształtu Sklepiea z ciosu tylko połkoliste, robili ie prawie zawsze iednakowey. gruboci. to iest pomiędzy dwoma kołami wspołsrodkowemi zamkniętey fig. 1. 2.—

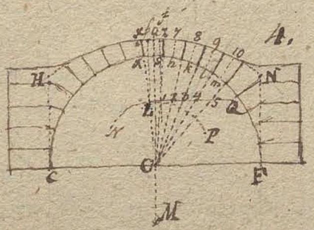


Powierzchnia zewnętrzna ADB nazywa się grzbietem sklepienia extrados, spodnia CEF podniebieniem. intrados.

Francuzi zowią extradosse egalement kiedy grzbiet i podniebienie z iednego srodka lub srodkow zakreslone zostały tak że maią iednakową grubosc wszędzie. fig: 1. 2.— zas extradosse inegalement iezeli te dwie powierzchnie nie są rownoodległe.

Wielu geometrow ktorzy dociekali w jaki sposob klince wywierają na sie wzajemne działania aby w rowno: wadze się utrzymywały dowiedli że, ieżeli nie nie iest na zawadzie ich działaniu potrzeba chcąc aby się zworniki w sklepieniu się utrzymały aby ich ciężary miały się, iak roznice stycznych kątow od spoien czyli stosow do srodka O prowadzonych fig: 4 promieni uformowanych. Warunek ten podaie sposob bardzo łatwy zapewnienia sklepieniom nayweiększey mocy.

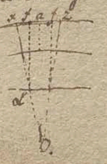




Trzeba nayprzod uważyć ze przedłużaiące mury podsklepien ne w gorę, az do poki linie pionowe ich wewnętrzne CH, FN nie spotkaią się z grzbietową wygiętoscią sklepienia iak to fig 4 5. 6. 7. części sklepienia mogą się uważać iako będące częsciami murow samych i ciosy składaiące ie nie potrzebuią bydz więc stosow prostopadłych do obłączystosci wewnętrzney tę daley zachodzących iak do linii pionowych CH i FN. to iest do pionu z swiatłem wewnętrznem.— Idzie więc tylko rzecz o znalezienie grubosci a razem formy grzbietu w części srodniey sklepienia to iest nad światłem znayduiącey się samem.—

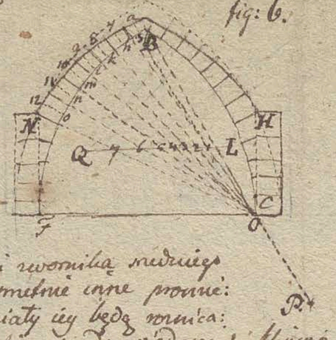
Działanie

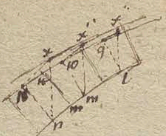
Jezeli obłąk sklepienia podniebienny iest połkolem fig: 4. wszystkie stosugi przedłużone spotkaią się w srodku O; prowadząc więc linią poziomą LQ w takiey wysokosci nad srodkiem O, azeby część iey L1. zamknięta między dwoma promieniami xO. zO. od spoien zawornika srodkowego czyli klucza prowadzonemi była rowną daney grubosci pionowey as tegoz klucza w samym tego srodku, inne części tey linii LQ pomiędzy promieniami od innych spoien prowadzonemi będą roznicami stycznych wyzey wspomnionych, a zatem wymiarem grubości dla zwornikow odpowiadaiących.— dla znalezienia zaś tego punktu L. połowę grubości as klucza wezmie się od a do f i z punktu f spuści pionowa az do spotkania się z promieniem xO.—



Jeżeli sklepienie ma być gotyckie fig: 6. poprowadziwszy naprzod od wierzchołka B promień BO poprowadzi się rownoległa s1 do niego iako w fig: 4 przecinaiąca promień hO w punkcie 1. i przez ten punkt poprowadzi poziomą LQ. Odległość tey rownoległey s1 od promienia BL być ma rowna połowie grubości zwornika średniego czyli klucza. Pozioma LQ przetnie inne promienie od spoien idące, i przedziały iey będą rownicami styczných, a razem grubościami odpowiadaiącÿch klinców.

fig: 6.





linie znalezione dzielić trzeba przez ros: kątowo pochyłości ich aby mieć na wierzch wysokości pionowe nx, mx', lx', podług Geisztera—

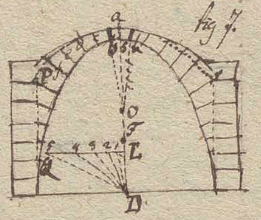
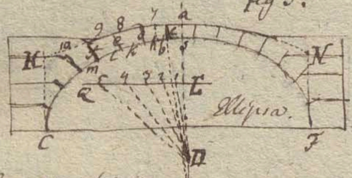


fig 7.

fig 5.



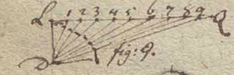
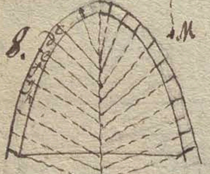
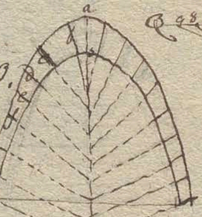


fig: 9.

8.



10.



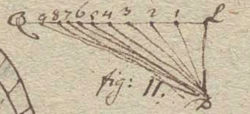


fig: 11.

Jeżeli obłęk iest inney krzywizny iak pollkole np elipsa łancuchowa linia lub parabola fig: 5. 7 8. 10. poprowadziwszy poziomą QL i pionową LD. przeniesie połowę grubości klina środkowego od L do 1. i przez punkt 1. pociągnąwszy linią ~~rownolegle~~ 1D. robiąca z linią środkową kąt 1DL rowny kątowi 6Os. fig: 5. 7.. to iest zrobi się 1D rownoległe do 6D. Potem z punktu D poprowadzą się linie 2D. 3D. 4D itd: rownoległe do spoin cdef. itd: fig: 5. 7 8. 10. 8 i 9. 10 i 11, i podzieliwszy każdy klinec na 2 rowne częsci przeniesie się od 1. ~~do~~ 2 przedział z punktu h do 7; przedział 2,3 z k do 8; przedział 3,4 od l do 9; przedział 4,5 z m do 10; a ~~po~~ dwa razy więcej 1L z s do a. Nakoniec przez punkta a. 7. 8. 9. 10. przeciągnie się linia krzywa grzbietu sklepienia, ta wyda zworniki swoym ciężarem wzaiemnie sobie rownowagę robiące, i prawie nie wywieraiące ciśnienia, bo będą w swych grubościach iako rownice stycznych.

Dla sklepien połkolistowych i Eliptycznych można naznaczyć grzbiet sklepienia sposobem Takweingwym blisko taki sam skutek robiący. fig: 4, 5, 6, 7.

To iest dla sklepienia połkolistowego zwyczaynego fig 4. grubość klucza przedłuży się promien Os do punktu M tak że $OM = \frac{1}{2}$ Os. i z punktu M promieniem Ma zatoczy łuk HaN aż do spotkania się z pionowemi liniami murow

liniami murow podsklepiennych ze strony zewnętrzney przedłużonemi CH. FK. Ta obłączystość mało rożniąca się od kreśloney za pomocą rożnicy stycznych iest więcey iak dostateczna w praktyce, bo klińce nie są ciałami mogącemi się ślizgać po sobie łatwo, ale ciałami chropowatemi nie zaczynaiącemi się posuwać po płaszczyznach pochyłych pod 30°. nadto ieszcze są pospaiane z sobą wapnem.

Jeżeli sklepienie iest wzwyższone iak w fig: 7 i obłąk iego iest naśladowaniem Ellipsy za pomocą łuków koła, ustanowiwszy grubość sa w kluczu przeniesie się położenie promienia Os z O w F. i z punktu F promieniem Fa zakreśli łuk Par. aż do spotkania się z pionowcami murow podsklepiennych przedłużonemi, łuk ten będzie grzbietem sklepienia —

Dla sklepienia spłaszczonego fig 5. przeniesie się położenie promienia sO z O w M. i z punktu M zakreśli łuk KaN aż do spotkania się z pionem wewnętrznym murow, ten łuk będzie grzbietem sklepienia

Co się tycze fig 6. to iest sklepienia gotyckiego z dwoch łukow koła w wierzchołku spotykaiących się złożonego pod pewnym kątem, przeniesie się pol promienia OB z O w P. i promieniem Pa zakreśli łuk aN. to samo z drugiey strony, co będzie grzbietem sklepienia.

Co się tycze fig: 8 i 10. uważać trzeba, że pierwsza iest sklepieniem podług obłąku łańcuchowego, rożnice stycznych fig. 9 są tu sobie rowne wszystkie więc daią grzbiet rownoległy do podniebienia sklepiennego. — Jest to własność tey linii krzywey ktora pozwala dawać sklepieniom daleko mniey grubości iak dla innych linii krzywych.

Fig 10. iest krzywizną paraboliczną zupełnie przeciwny skutek okazuie. tutay się widzi że aby klińce w rownowadze utrzymać potrzeba sklepieniu w kluczu większą dawać grubość iak przy operach, i zmnieyszaiąc ku szykowi operom

Możnaby dla większey łatwości użyć tablic wstaw i stycznych dla nakreślania obłąkow grzbietowych —

Zastosowanie rożnicy linii stycznych do sklepień o ktorych była mowa daie poznać:

a Że sklepienia spłaszczone i połcerklowe są nayłepiey usposobione aby były grzbietowane poziomo dla zrobienia podłogi w rożnych piętrach domu.

b Że w sklepieniach grzbietowanych tym sposobem klińce spodnie będąc bardziey wzmocnione iak by niemi były przez wykreślenie za pomocą rożnicy stycznych, są w stanie utrzymać pewne obciążenie i formować łuki mostow czyli arkady.

c Że sklepienia gotyckie są usposobione naylepiey formować dachy dwuspadowe.

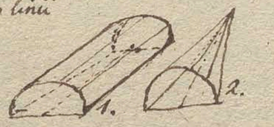
d Żeby można w pewnych zdarzeniach używać sklepień parabolicznych, kiedy idzie żeby wielkie bardzo ciężary znosić musiały. —

o Kierunku warsztw zworników §.
dla zrobienia sklepień mocnych.—

To co się mówiło o sklepieniach poziomych względem kierunku warsztw zworników służy, i dla sklepień z powierzchnią wygiętą. Nawet dodadź trzeba że układ ten iest nieodzownym w tych ostatnich, ponieważ są wskazywane kierunkiem obciążystości.—

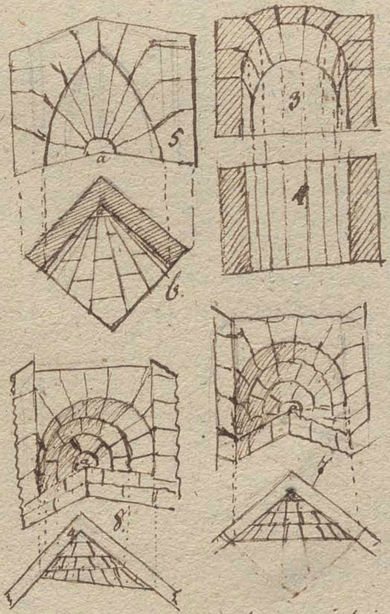
Rodzaie sklepień z powierzchnią krzywą na 3 główne się poddzielać mogą: cylindryczne, ostrokręgowe i kuliste sferoidyczne i konoidyczne.

Powierzchnia sklepień cylindrycznych i ostrokręgowych może się uważać tworzącą się linią prostą prowadzoną od iedney krzywey do drugiey lub od punktu do linii fig: 1. 2.



Lecz sklepień kulistych sferoidycznych powierzchnia nie może się tworzyć tylko za pomocą linii krzywych tegoż samego rodzaiu iakoby na sobie kładzionych i zmnieyszaiących się podług pewnego stosunku oznaczonego innych krzywych linii krzyżuiących się na osi, lub też za pomocą iakiebykolwiek linii krzywey obracaney około osi i robiącey tyle koł czyli obręczy ile linia krzywa ma punktów.—

W sklepieniach beczułkowych wspartych na murach przeciwległych, warsztwy zworników powinny tyż zawsze równoległe do osi; fig: 3. i 4. Jakakolwiek będzie krzywość łukta sklepiennego i położenie sklepienia — Zatem sklepienia beczułkowe ukośne lub pochyłe powinny mieć zawsze warsztwy zworników w ten sposób ułożone.



W sklepieniach kosierznych, warsztwy powinny się kierować do wierzchołka ostrokręgu bądź ten iest całym lub ściętym. W pierwszym iednak razie dla uniknienia zbyteczney ukośności i cienkości klinców zwykło się sam wierzchołek z iednego robić ciosu a fig: 7. 8..

Kiedy sklepienie kopiaste iest wielkie liczbę zworników zmnieyszać można w warsztwach ku szczytowi dla uniknienia ażeby spodnie zworniki nie wypadały bardzo cienkie. i tak cios szczytowy czyli kominek sklepienny stanowiący z iedney sztuki być może, w następney warsztwie do góry być może zworników 3 w dalszey 5. w dalszey 8 itp:— fig 7. 8.— Potrzeba aby te warsztwy były obięte pomiędzy płaszczyznami prostopadłemi do

do płaszczyzny ostrokręgu, starać się trzeba także ukryć nieregularność wspólną w pierwszej warstwie fig. 8 ażeby nie mogła mieć mieysca iak w fig. 8.

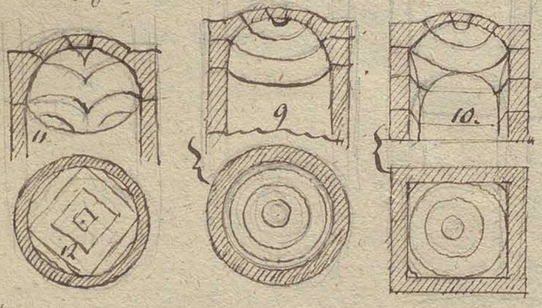
Uważać trzeba że ten układ fig. 8 który by był złym w sklepieniu beczułkowem poziomem, nie sprawia tey wady w sklepieniu ostrokręgowem, dlatego że ukośność powierzchni pod każdą warstwą sprawia że ta warstwa spoczywa na równi pochyłey a zatem wcześniey od niey iest utrzymywana i nigdy od niey się nie może odłączyć.

Chcąc więcey nadać regularności w układzie spoin czyli stosów między ciosami przynaymniey na pozór można stosugi ciosów wyższey warstwy robić zawsze nad środkami ciosów niższey warstwy, i udane stosugi podłużne na ciosach każąc wyryć, przez co spoiną będą się wydawać iako w promieniu od wierzchołka ostrokręgu rozchodzące fig. ; lecz także zbliżenie stosug może Kondelet równie razi oko znawcy iak pierwszy w stosugach między warstwami które oznaczać mogą wiązanie się ciosów i moc większą.

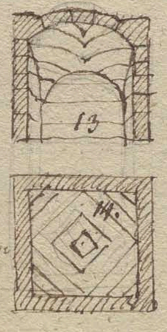
Wreszcie Kondelet sklepienia konicze za nie płaskie uważa; i unikać ich doradza ile możności, ostatecznie zas unikać wszelkiey nieregularności.

Trzeba aby Architekt przekonanym był że w każdym rodzaiu konstrukcyi to co razi poyma kształtem lub układem iest prawie zawsze sprzeciwia się mocy.

W sklepieniach kulistych sferoidycznych i konoidycznych powiedziało się że warstwy ciosów powinny być poziome i formować iako wieńce concentryczne na sobie ułożone iak widzieć daią fig. 9 i 10



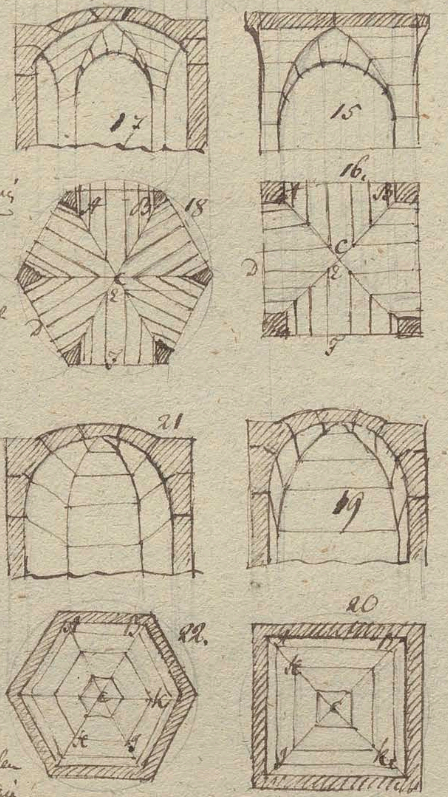
Warstwy zworników w kierunku kwadratów wpisanych w koło iak w fig. 11. 12. równie iak wpisanych trzyliściolo równobocznych, pięciokątów, sześciokątów, iakie znayduią się w dziełach niektórych autorów piszących o sztuce przyboru czyli o ciesiołce kamieni, więcey trudności niżeli mocy wystawiaią, rozpoczęcie dla zworników formujących boki wieloboków, z przyczyny krawędzi i kątów bardzo ostrych z tąd wypływających. Wreszcie układ taki nie robi żadney mocy tak wszelkiey iak za pomocą warstw horyzontalnych



To co się powie

To co się powiedziało o sklepieniach sferycznych lub sferoidycznych całych powinno się stosować i do części tychże sklepień wpisanych w kwadraty fig: 13. 14 lub w iakiebądź wielokąty. —

Co się tycze sklepień złożonych, toiest uformowanych z połączenia wielu części sklepień prostych, potrzeba aby rzędy zworników tak dla każdey części były prowadzone iak dla sklepień całych z których są częścią. Iak w sklepieniach fig 15. 16; 17 i 18. krzyżowych, równie iak w klasztornych fig: 19..21. złożonych z części sklepień cylindrycznych których osie się krzyżują w środku, rzędy zworników czyli warstwy powinny być równoległe do tych osiów —



Uważać trzeba że sklepienia krzyżowe i klasztorne fig 15 17 19 i 21 składają się z części trójkątnych ABC w planach tych figur poznaczonych 16 18 20 i 22; że te części nie maią podpory inney w sklepieniach krzyżowych iak kąty A. B. kiedy w klasztornych wspieraią się na murach całych zatem są mocnieysze te drugie.

Nadto w sklepieniach krzyżowych rzędy zworników spotykaią się wydatnie na przekątniach DEF fig: 16. 18, a robią kąt wklęsły w klasztornych HIK. fig: 20. 22.

Nadto im wielobok iest o większey liczbie boków tem warstwy ciosów zbogą się na przekątniach ostrzey spotykaią i tak w sześcioboku pod 60°. w czworoboku pod 90°. – i to w sklepieniach krzyżowych, bo w sklepieniach klasztornych przeciwnie i tak w sześcioboku spotykaią się pod 120°. a w czworoboku pod 90°. –

Z tąd idzie że w sklepieniach krzyżowych im wielobok o większey liczbie boków tem sklepienie słabsze, przeciwnie w klasztornych iest mocnieysze, a zatem naymocnieysze będzie nad przestrzenią okrągłą i naymniey rozpieraiące a takie iest w połkuli – czyli banarta.

Co się tycze sklepień konicznych fig: 5. 6.. 7. 8. uważać się że mocnieysze są w łęcie wklęsłym iak fig: 7. 8. a niżeli w samym narożniku fig: 5 gdzie ten narożnik iest iakoby podcięty i wolno mur na nim pozi wiszący okazywał

O krzesaniu ciosów w sklepieniach Gotyckich zob: Sklepienia Gotyckie

Teorya Sklepień podług Rondeleta

__Autorowie ktorzy się zatrudniali Teoryą Sklepień.__ P.P. Parent i de la Hire zdsą uważani za pierwszych matematyków ktorzy się zatrudnili Teoryą Sklepień. Uważali ie z razu iako skład klińcow czyli ciosowego kamienia w klin obrabianych, i mogących się suwać po sobie bez żadney zawady iako ciała maiące powierzchnie nieskonczenie wygładzone. polies. Podług tego przypuszczenia P. de la Hire dowiodł w swoim traktacie Mechaniki wydrukowanym na świat w r. 1695, że aby sklepienie połkoliste w ktorem wszystkie spoienia dążą do iednego srodka mogły się utrzymać, potrzeba azeby cięzary klińcow miały się do siebie w stosunku rożnic stycznych kątow obeymuiących każdy kliniec, lecz ponieważ te styczne zwiększaią się w bardzo wielkiey proporcyi ztąd wynika że węgłowne to iest stanowiące początek sklepień od widerlagow musiałyby bydź nieskonczenie cięzkie dla danja odporu ciśnienia klińcow wyższych.– Podług tey hypotezy nie tylko by sklepienia połkoliste nie były podobnemi do wykonania, ale i wszystkie wzbite lub spłaszczone ktorych by obłączystość spadała prostopadle na węgary nie tworząc z niemi załamku.– I innych sklepień robić by nie było można tylko spotykaiących się pod pewnym kątem z węgarami pionowemi, iako to maiącemi obłęczystość paraboli, hyperboli lub łańcuchową. Dobrze iest uważyć z tego powodu że w sklepieniach parabolicznych i hyperbolicznych, kliniec srodkowy czyli klucz naycięższy bydź by musiał a zatem naywyższy, i że innych wysokość zmnieyszałaby się coraz ku węzgłowiom. W sklepieniach zaś łańcuchowey wygiętości wszystkie klińce mogły by być tylko sobie rowne, to iest takie sklepienia wypadałyby iedney grubości, bo w tych tylko podzielonych na rowne części, styczne rożnice stycznych wypadaią sobie rowne. Zob: fig. 8. 9. 10. 11. Tab: 36.–

P. Couplet w r. 1729. przyiął także zasadę klińcow iako doskonale gładkich; lecz postrzegłszy że ta nie przystawała względom sklepiennym, w r. 1730 przemienił ie na niemogące się zsuwać po sobie dla wielkiey chropowatości, i rozprawę w tym względzie memoire drugą napisał; przypuszczenie to rownie iest dalekie od prawdy iak pierwsze.

P. Danisy żadnego z tych przypuszczeń nie chcąc przyiąć czynił doświadczenia w r. 1732. z ktorych wyprowadza prawidło cytowane w Freyerze w 3tm tomie k: 370.

Oyciec Derand. także Formułę inną podał w swoim traktacie Architektury Sklepień lecz prawidło iego nie zdaie się bydź na żadney zasadzie opartem. Było iednak przyiętem przez wielkiego Blondela, oyca Dechalles i P. de la Rue.

P. Jaultier także podał prawidło, nie iednak szczęśliwsze iak Deranda.

P. de la Hire na pewnych prawidłach go oparł i dlatego bywa cytowanym.– Zob: niżey.

P. Frezier w końcu pocz kamieniarski podał teoryę przecia Sklepień i czyni zastosowania.

Następnie P. Coulon i Bossut, a we Włoszech P. Lorgna dociekali teoryi Sklepień.–

Dociekania i doswiadczenia Rondeleta dla ustanowienia Teoryi Sklepień

Rondelet Formuły wspomnionych Autorow applikował do istniejących sklepień; robić kazał modele i powtarzał doświadczenia tychże, i robił nowe. dla odkrycia prawdziwego sposobu w iaki sklepienia działaią, i zastosowania do nich prawideł mechaniki, a ztąd wydobycia zasad zgodnych z doświadczeniem – ktore podał używaiąc działań nayłatwieyszych rachunku i geometryi.

Doswiadczenia nad tarciem.

Azeby się nie błądzić w dociekaniach począł Rondelet od doswiadczenia tarcia iaki sprawuią kamienie posuwane po sobie – użył do tego ciosow nayrowniey obcinanych i miałkiego ziarna.

1º Pokazało się, że aby rownoległościan ABCD figi. posunąć kamienny po płaszczyznie poziomey, potrzeba azeby siła P ciągnąca rownolegle do tey płaszczyzny, nie była wyżey umieszczona, iak długość podstawy AB, inaczey przydana w punkcie C sprawi że się ciało zkorłuje a nie posunie–

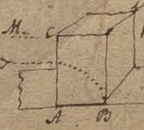
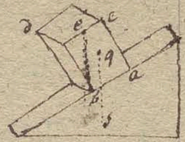


fig. 1.

Poniewaz zaciągi effort tych sił P i M są w stosunku odwrotnym z wysokości na które działaią, zląd wypływa że użyiący mnieyszey siły iak potrzeba aby ciało posunąć można go iednak tylko obalić przyczepiwszy tę siłę wyżey; a przeciwnie zawsze się da posunąć będąc od niey większa.

2º Jeżeli ciós porusza się po rowni pochyłey, zawsze się po niey zsunie kiedy linia pionowa ze środka cięzkości spuszczona gs nie wystąpi za podstawę ab – inaczey przewracać się będzie. –

fig 2.



Gdyby płaszczyzny kamieni były doskonale gładkie, zsuwałyby się po każdey rowni przy nayminieyszey nawet ich pochyłości, że iednak zawsze są chropawe i swą nierownością zachwytuią się ich o siebie chropowatości. Rondelet więc znalazł z doswiadczeń tym końcem robionych że kamienie maiące płaszczyzny iak neylepiey obrżnięte nie poczynaią się zsuwać po rowniach pochyłych z tegoż samego kamienia zrobionych iak dopiero pod pochyłością 28º do 36º bo potrzeba że tak mowić wznieść lub przełamać te nierowności aby się po nich posunąć. – Ta trudność poruszania kamieni po sobie wzrasta w stosunku chropowatości ich powierzchniow i do pewnego punktu w stosunku ich cięzaru, bo im cięzar ich większy tem ziarnistości ich mocniey wnikaią w siebie i większey siły do oderwania się po sobie potrzebuią, że iednak się zdarzaią na to względu mieć nie można siłę więc przezwyciężaią tarcie od chropowatości ciała bezwzględnie na cięzar zawisła uważa Rondelet. Także uważa że ta siła zawisła raczey od twardości ciała niż od iego cięzaru.

Co się tycze Kamienia liais z ktorego kazał robić rownoległościany dobrze obrobione i wytarte piaskowcem grès przekonał się 1º Że się ciosy te nie poczynały zsuwać po pochyłości z tegoż kamienia zrobioney iak pod 30 stopniem tey pochyłości. 2re Że poziomo ciągnąc ten kamień po kamieniu potrzeba było do przezwyciężenia tarcia użyć siły nieco większey od połowy cięzaru kamienia posuwanego 3cie Że wielkość powierzchni trącey nie przyczynia ani zmnieysza tarcia, bo iedney było trzeba było siły do pociągnienia rownoległościanu płazem co rzbem ciągnionego. –

Uważaiąc potem że podług Zasad Mechaniki ciągnąc ciało doskonale gładkie lub okrągłe po rowni pod 30º pochyłey w kierunku rownoległym do teyże pochyłości potrzeba siły nieco większey od połowy cięzaru ciała, zrobił z tąd:

Wniosek. Że tyle potrzeba siły do pociągnienia ~~w gorę~~ kamienia liais po ~~rowni pochyłey~~ płaszczyźnie poziomey z tegoż kamienia zrobioney iak do wyciągnienia go w gorę ciała okrągłego lub nieskończenie gładkiego po rowni pod 30º pochyłey.

Że kliny w sklepieniach wspieraią się na sobie na swych powierzchniach pochyłych, w zastosowaniu więc tego doswiadczenia uważa pochyłość ich pod 30 stopniem za rownią poziomą bo się na niey kliny w rownowadze utrzymuią. –

fig 4.

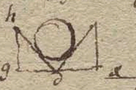
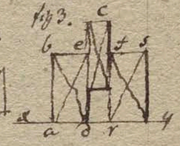


fig 3.

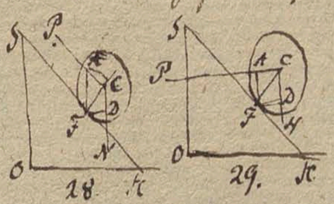


To przypuszczenie ieszcze następuiące doswiadczenie dowodzi: Jeżeli umieściemy ciós C fig 3. pomiędzy dwoma z tegoż kamienia innemi BD, RS dwa razy większe co on objętość maiącemi, i leżącemi na rowni poziomey xy z tegoż kamienia. ciós C utrzyma się samym tarciem powierzchniow pionowych które się z sobą dotykaią. Skutek ten iest wypadkiem naszey hypotezy, bo chropowatości ich wnikną wzaiemnie w siebie, potrzeba aby ciało C zsunęło się aby rozsunęło dwa ciosy BD, RS. posunąwszy ie po rowni xy. – a zatem żeby użyto siły rowney dwa razy ciez większemu cięzarowi zawieszonemu. – Jeżeli zastosuiemy to doswiadczenie do prawideł mechaniki, biorąc rownią o 30º za rownią poziomą, ściany pionowe ED, FR mogły będą się uważać za rownie pochyłe pod 60º. Podług tey hypotezy dowodzi się w mechanice że aby utrzymać ciało pomiędzy dwoma rowniami robiącemi kąt 60º fig 4. potrzeba ażeby opor każdey miał się do połowy utrzymać się maiącego cięzaru iak KD : DG. czyli iak Wstawa cała : Wst: 30º czyli iak 2 : 1. –

Poniewaz opor każdego z ciosow ABDE fig 3. iest rowny połowie iego cięzaru, z tąd wynika że cięzar maiący się utrzymać między dwoma pryzmatami powinien się rownać ½ części tychże pryzmatow razem wziętych, czyli połowie iednego, co doswiadczenie potwierdza. – Ta zgodność była powodem Rondeletowi stosowania tey hypotezy do modelow sklepień z kamienia liais robionych. –

Ciało okrągłe nie może się utrzymać na równi pochyłej, bo pionowa z iego środka ciężkości spuszczona pada poza punkt lub linię stykania się go z równią —

Aby znaleźć siłę potrzebną do utrzymania ciała okrągłego na równi pochyłej potrzeba uważać punkt stykania się F fig: 28. 29. iako podstawek drążka złamanego którego by ramiona były wyrażone przez prostopadłe poprowadzone od tego podstawka do kierunku siły cP, i ciężaru CD, co da P : N = FA czyli FC : FD to iest w stosunku odwrotnym prostopadłych FA i FD czyli FC i ED. podług tego iak siła iest // lub ⊥ ukośną do równi. Zeraz Δ prostokątny FCD iest zawsze podobny Δ^{wi} OKS więc P : N = OS : SK czyli : OK, podług tego iak siła iest // do równi lub nie. Dla czego mówi się w 1^{ym} razie że się ma do ciężaru iak wysokość równi OS do długości iey KS., a w 2^{im} iak wysokość OS do podstawy OK.



W 1^{ym} przypadku ciśnienie ciała na równię iest wyrażone przez OK, a w 2^{im} przez SK.

Więc P : N : F = OS : SK : OK. i P : N : F = OS : OK : SK.

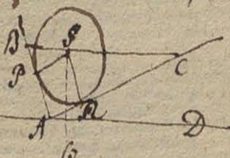
Więc w 1^{ym} przypadku ciśnienie siły będące równoległe do równi nie zwiększa ani zmniejsza ciśnienia na tę równię; iest to przypadek naykorzystnieyszy chcąc utrzymać ciało w równowadze na równi pochyłey.

W 2^{im} przypadku, kierunek robiąc z równią kąt ostry, powiększa niepotrzebnie ciężenie kiedy kierunek siły robi kąt rozwarty z równią, utrzymuiąc część ciężaru, zmnieyszа ciśnienie na równię lecz wymaga większey siły.

Siła potrzebna do utrzymania ciała na równi pochyłey maiącego powierzchnią równą którą do niey przylega zawisła od chropowatości powierzchniów, tak ciała iak równi, — czego tylko doświadczeniem się dochodzi

Ze wszystkich sposobów iakich Koulebet używał do ocenienia tego oporu znanego pod nazwiskiem tarcia nayprostszy i wydaiące wypadki nayprawdziwsze iest: uważać pochyłość równi na którey się ciało w równowadze utrzymuie (kiedy ~~przedek iego ciężkości nie~~ kierunek iego środka ciężkości nie przechodzi za iego podstawę.) za płaszczyznę poziomą, * podług którego, rachuie się stopnie pochyłości iak się w 1^{m} Xiędze nak 80 iżd powiedziało — Zkąd wynika że ciało które nie poczyna się zsuwać aż dopiero po równi pod większym nad 30° pochyłości będące położone na równi pod 45° nie będzie wymagało dla utrzymania się tylko siły takiey iaka iest potrzebna do utrzymania ciała okrągłego tegoż ciężaru na równi pod 15° pochyłey.

Wszystko to co się się potrzebnej do utrzymania ciała na równi pochyłej powiedziało * może być zastosowane do bryły utrzymaney dwoma płaszczyznami, uważaiąc drugą płaszczyznę iako robiącą powinność siły utrzymuiącey toż ciało w równowadze na pierwszey płaszczyźnie, działaiąc w kierunku prostopadłym do drugiey płaszczyzny. —

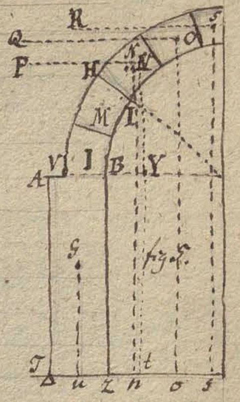


Kiedy kierunki trzech sił iakiemi są PG, QG, RG w ieden punkt się G schodzą, wiemy z mechaniki że w stanie równowagi są iak boki Δ^{a} zrobionego z 3 prostopadłych do kierunków tychże sił. Że te płaszczyzny mieysce sił zastępuią więc będzie P : Q : R = BA : BC : AC. czyli = sin BCA : sin BAC : sin ABC. Że zaś kąt BCA = CAD kąt CBA = BAE więc P : Q : R = sin CAD : sin BAC : sin BAE. to iest że ciężar iest wyrażony przez sinus kąta zrobionego z dwoch równiów pochyłych; i że ciśnienia na każdą z równiów maią się odwrotnie iak sinusy kątów iakie robią z poziomem —

<u>Pierwszy model.</u> iest sklepienie pełnego cerkla o 9. calach średnicy obięte dwoma połob: wodami koła koncentrycznemi odległemi o 21 linii. Jest podzielone na 9 klinców równych. Ten tuk arc, który ma 17 linii grubości utrzymuie się na węgarach pięd wik 31 linii szerokich. Doświad: czono że zmnieyszaiąc powoli te węgary że to było nayniniey szą szerokością iaką im dadz było można aby utrzymały prężenie Zworników — Ten model z kamienia tokar.

<u>Zastosowanie</u>. Niech będzie model wystawiony w fig 5. uważemy:

1º Że pierwszy klinec I będąc na spojeniu poziomem nie tylko się sam utrzyma ale mogłby ieszcze dadz odpor przez tarcie parciu effot równemu połowie swego cięzaru.



2re Że drugi klinec M leżąc na spojeniu pod 20º pochyłem, ieszcze się utrzyma z przyczyny tarcia; a nadto te dwa zworniki połączone dałyby odpor sile poziomey równey połowie ich cięzaru, chcącey ich posunąć po spojeniu AB.

3cie Że trzeci zwornik N leżąc na spojeniu pod 40º pochyłym zsunąłby się gdyby nie był wstrzymany siłą PN działaiącą w stronę przeciwną.

4º Że biorąc podług naszego przypuszczenia równią pod 30º na któ: rey się kamienie utrzymuią w równowadze za równią poziomą, to spo: jenie o 40º pochylone może się uważać za pochylone tylko o 40º – 30º, to iest o 10º w hypotezie zworników wygładzonych nieskończenie.

5te Znaydzie się ~~ze~~ zawod effort siła horyzontalney którąby utrzymała ten zwornik w równo: wadze na iego spojeniu przez proporcyą że ta siła ~~ma się~~ do cięzaru iego iak Wit: 10º ma się do Dostawy (§ 68. 72).

Model Sklepienia tego maiąc 9" czyli 108 linii średnicy, ~~ze~~ 21 linii szerokości między dwoma ob: wodami koncentrycznemi które tworzą iego grubość, więc powierzchnia iego iest 4257 linii □. To dzieląc przez 9 iako liczbę Zworników, wypadnie na każdy Zwornik linii □ 473. Oznaczaiąc więc cięzar każdego Zwornika przez iego powierzchnią, i nazwawszy przez P siłę horyzontalną, mieć będziemy proporcyę $P : 473 = Sin: 10º : Cos: 10º$ czyli $P : 473 = 17365 : 98481$, co wyda $P = 83,4$.

Czwarty Zwornik O. będąc położony na spojeniu pod 60º pochylonem, uważać się będzie iakoby leżał na równi pochyłey pod 30º; nazwawszy przez Q siłę poziomą maiącą go utrzymać w równo: wadze, znaydzie się tęż siłę przez propor: $Q : 473 = Sin\ 30º : Cos:\ 30º = 50000 : 86603$ co da $Q = 273,3$

Piąty zwornik czyli potklucza S leżąc na ~~pta~~ spojeniu pod 80º pochyłym uważać się będzie iakoby leżał na równi pod stopniem 50º pochyłey. Powierzchnia potklucza iest tu $= \frac{473}{2} = 236\frac{1}{2}$ Nazwawszy przez R siłę poziomą trzymaiącą go na spojeniu będzie $R : 236\frac{1}{2} = sin\ 50º : Cos\ 50º$ czyli $= 76604 : 64279$. co wyda $R = 281,9$.

Chcąc poznać czyli Summa ciśnień effot poziomych przydać się winnych do utrzymania klin: ców N. O i potklucza S. na ich spojeniach, iest w stanie wypchnąć węzgłowie na iego spojeniu AB ~~położył~~ postawił Rondelet to potsklepienia na płaszczyznie poziomey bez węgarów, i znalazł że do posunię: cia go potrzeba było siły więcey nad 16 uncyi, gdy tymczasem do utrzymania potklucza i dwoch klin: ców N.O. nie potrzeba tylko 10 uncyi. Dwie połowy Sklepienia połączone znoszą cięzar 5 funtów 2 uncyi. nim się pierwsze klince odsuwać poczną. —

Dla znalezienia zaciągów ~~ciśnienia~~ effort każdego z tych Zworników kiedy Sklepienie iest na swych węgarach wzniesione spuszczam ze środków cięzkości N. O. S. tych klinców pionowe Nn, Oo, Ss, aby mieć ramiona drążków sił P. Q. R. utrzymuiących ie na spojeniach, & usiłuiąc obrócić węgar około podstawka T, całe więc zawod ~~ciśnienia~~ effort będzie $= P \times Nn + Q \times Oo + R \times Ss$.

Ze wysokość węgarów iest 195 linii, znaydzie się $Nn = 244,94$; $Oo = 256,26$; $Ss = 260,5$. zatem będzie:

Zawod Siły $P \times Nn = 83,4 \times 244,94 = 20428.$
Siły $Q \times Oo = 273,3 \times 256,26 = 70036.$
Siły $R \times Ss = 281,9 \times 260,5. = 73435.$

} Cały więc Zawod Sił effort będzie względnie podsta: wka $T = 163899$.

Węgar da odpor temu ciśnieniu sił 1º przez swoy cięzar czyli powierzchnią przeciącia pomno: żoną przez swe ramie drążka $Tu = \frac{1}{2} Tz$.; 2re przez cięzar potsklepienia pomnożony przez iego ramie

ramie VY otrzymane przez spuszczenie ze środka iego ciężkości $\mathcal{L}$ linii $\perp^{ey}$ $\mathcal{L}Y$, a ktory się staie względnie punktu podpory wspolnego $T = Tt$ czyli $VB + BY$, azeby odroznic BY od VB, bo pierwsza oznacza odległość środka ciężkości potsklepienia i ktorą się przypuszcza iako znajomą, bo ią znaleść można za pomocą działań w §. 43. okazanych; a druga iest grubością węgaru szukaną, aby dała odpor ciśnieniu potsklepienia — (NB. więc V w figi powinno bydz tam gdzie A:)

Azeby ią znaleść; niech P oznacza nacisk effort sklepienia znaleziony $= 163899$.

Wysokość węgaru $= a$; szukaną grubość $= x$. ciężar potsklepienia $= b$, część BY iego ramienia drążka $= c$

Powierzchnia węgaru wystawiaiąca iego ciężar pomnożona przez swe ramie drążka będzie $ax\frac{x}{2} = \frac{ax^2}{2}$.

Powierzchnia potsklepienia pomnożona przez swoie ramie oznaczone przez $VB + BY$ czyli $x + c$ będzie $bx + bc$; co utworzy Zrownanie $P = \frac{ax^2}{2} + bx + bc$ ktore wypada rozwiązać.

Rownanie Algeb: może się uważać iako rodzay wagi złożone z dwoch części rownych przedzielonych znakiem $=$ ktora ołan oznacza ten warunek; z tego Zrownania wyprowadzi się:

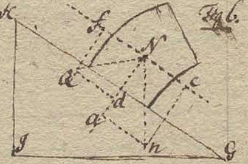
$$x = \sqrt{\left(\frac{2p - 2bc}{a} + \frac{b^2}{a^2}\right)} - \frac{b}{a}.$$ wkładaiąc liczby wypadnie

$$x = \sqrt{\left(\frac{163899 \times 2 - 2 \times 2128 \times 12\frac{1}{2}}{195} + \left(\frac{2128}{195}\right)^2\right)} - \frac{2128}{195} = 28\tfrac{1}{4}$$ linii. zamiast 29 linii w modelu danych aby się węgar utrzymał nad rownowagą.

Zastosowanie 2^{e} podług innego sposobu oceniania tarcia.

Azeby mieć drugi dowod rzetelności tey hypotezy, zastosuymy do tegoż modelu sposob proponowany P. Bossuta w iego Traktacie Mechaniki Art: 329 i 330 Edycyi z r. 1775, a 272 i 273 z Edy: 1802.

Niech będzie fig 6. Klinice N połozony na rowni pochyłey wstrzymany siłą Q poziomo działaiącą. Ze środka ciężkości spuszczam $\perp$ Nn i biorę ią iako wyrażaiącą ciężar klinca. ciężar ten rozkładaliśmy na dwa ciśnienia, z ktorych ieden Nc rownoległy do rowni czyli spoienia pochyłego, a drugi Na prostopadły.



Podobnież rozkładam siłę Q na rownoległe do pochyłości spoienia działaiącą Nf i na $\perp^{ą}$ do niey Nd. biorąc linią QN za wartość tey siły Q.

Przedłużywszy potem spoienie KG, poprowadziwszy poziomą IG i pionową KI. uważać będziemy KG iako rownią pochyłą na podstawie IG przy wysokości KI: To mając; siła Nc z iaką klinice usiłuie się zsunąć mieć się będzie do ciężaru iak KI : KG: Zatem nazwawszy p ciężar klinca będzie siła $Nc = p\frac{KI}{KG}$. a siła Na cisnąca pionowo $\perp^{e}$ na rownią ma się do ciężaru klinca iak IG : KG więc $Na = p\frac{IG}{KG}$.

Uważaiąc podobnież siły rozłożone siły Q będzie $Nf = Q\frac{IG}{KG}$; $Nd = Q\frac{IK}{KG}$.

Dwa ciśnienia Na, Nd cisnące na spoienie będą wyrazone przez $p \times \frac{IG}{KG} + Q\frac{IK}{KG}$.

Że zaś Zwornik ~~nie~~ poczyna się zsuwać po rowni pochyłey o 30 stopni, tarcie mieć się będzie do ciśnienia iak Sin 30° do iego Cosinus. czyli bardzo blisko iak 500 : 866. – Nazwawszy ten stosunek $\frac{500}{866}$ przez n, będzie tarcie $= \left(p \times \frac{IG}{KG} + Q \times \frac{IK}{GK}\right) \times n$.

Poniewaz zaś tarcie przeszkadza posuwaniu się klinca po spoieniu, więc w stanie rownowagi będzie $Nf =$ ~~Nd~~ sile Nc zmnieyszoney tarciem: co da Rownanie: $Q \times \frac{IG}{KG} = p\frac{KI}{KG} - \left(p \times \frac{IG}{KG} - Q \times \frac{IK}{KG}\right) \times n$.

z czego się wyciągnie:

$$Q = p \times \left(\frac{KI - n \times IG}{IG + n \times IK}\right)$$ gdzie p znaczy ciężar klinca, zaś $n = \frac{Sin}{Cos}$ pochyłości spoienia pod 30°.

co służy za formułę dla każdego klinca, kładąc za litery ich wartości w liczbach.

I tak dla trzeciego Zwornika N fig: 5. leżącego na spoieniu pochyłym pod 40°, KI wyobrażaiące wysokość pochyłości będzie 643. a iey podstawa wyrażona przez IG będzie 766; wyrażenie tarcia oznaczone literą n będzie $= \frac{500}{866} = \frac{15}{26}$; ciężar Zwornika $p = 473$. więc: $Q = 473 \times \left(\frac{643 - \frac{15}{26} \times 766}{766 + \frac{15}{26} \times 643}\right) = 83,6$. na expressyą Zawodu siły poziomey P. zamiast 83,4.

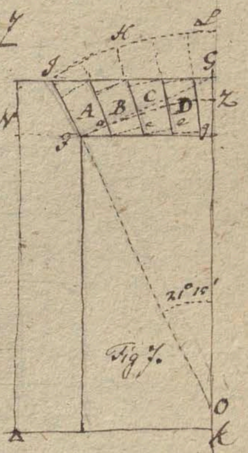
Taż sama formuła wyda dla drugiego klinca M leżącego na stosunku pod 60° pochyłym, ktorego Sin $KI = 866$; Cos $= IG = 500$. $Q = 473 \times \frac{866 - \frac{15}{26} \times 500}{500 + \frac{15}{26} \times 866} = 273,4$ zamiast 273,3.

Dla potklucza Sin KI to iest Sin 80° $= 985$. Cos $IG = 174$ wyda $Q = 236\frac{1}{2} \times \frac{985 - \frac{15}{26} \times 174}{174 + \frac{15}{26}\, 985} = 282,2$ zamiast 281,9 znalezione 1^{m} sposobem. Te rożnice ledwie pochodzą, że się opuszczało ostatnie cyfry w ułamkach i resztę małych ułomkow zaniedbywało —

Mnożąc

Mnożąc te wartości Sił utrzymujących klińce w równowadze na ich torysach przez odpowiadające ramiona drążka, które są te same iak w 1szym Zastosowaniu, mieć się będzie ich natężenie energię. Dla Zwornika H = 83,6 X 244,94 = 20477; dla Klińca O = 273,4 X 256,26 = 70062. A dla potkluza S = 282,6 X 280,5, co uczyni razem 163852. na Zciąg Sił względnie podstawka T. a co będzie wart kosinę na p. Wkładaiąc więc ią w Formę: $x=\sqrt{\left(\frac{2p-2bc}{a}+\frac{b^2}{a^2}\right)}-\frac{b}{a}$ otrzyma się x = 28,16 linii za na grubość węgarów czyli nogi Sklepienia, zamiast 28¾ linii znalezionych podług 1go Zastosowania

Zastosowanie 3. do modelu sklepienia w Sztorc platebande fig 7



Drugi model na którym Rondelet robił zastosowanie dwóch sposobów poprzedzaiących iest Sztorc z tegoż kamienia ciały, maiący 9 cali doniosłości pomiędzy węgarami. Sztorc ten ma 21 cali linii wysokości a 18 linii grubości; podzielony iest na 9 klińców których spojenia dążą do iednego punktu O wrzętego na spotkaniu się linii IFS prostopadłey do GS z środkową pionową SK. Przyięcia węgarów które służą za wezgłowia Sztorcowi formuią kąt o 21° 15' z pionem, a 68° 45' z poziomą linią FN.

Działaiąc dla każdego klińca osobno tego Sztorca w potowie wrzętego tak iak się robiło dla klińców Modelu 1go znaydzie się, że dla utrzymania pierwszego klińca A leżącego na spoinie IF pod 68° 45' pochyłym potrzeba siły horyzontalney 217,50; dla drugiego B siły 254,83; dla trzeciego C 298,75 dla 4go D siły 354,66. Dla potkluza 212,83. Razem siły 1338,07.

Że wysokość węgarów iest 195 linii aż do spodku sztorca, a 216 aż do wierzchu grzbietu extrados z tąd wypada że ramię drążka iedno dla wszystkich tu klińców będzie 206½; co wyda na zawód effort klinienia wyrażonego przez p w Formule $x=\sqrt{\left(\frac{2p-2bc}{a}+\frac{b^2}{a^2}\right)}-\frac{b}{2}$ = będzie 1338,07 X 206½ co daie 276084.

b wyraża Rozpęchnia pot Sztorcu które iest = 1219½.
c które wyraża odległość środka ciężkości do pionowey Fn = 24.
a wyraża wysokość węgarów = 216. Wkładaiąc te wartości w Równanie wypadnie

$$x=\sqrt{\frac{276084\times 2-2439\times 24}{216}+\frac{1219\frac{1}{2}\times 1219\frac{1}{2}}{216\times 216}}-\frac{1219\frac{1}{2}}{216}=42\tfrac{1}{2}\text{ linii.}$$

Doświadczenie zaś okazało że potrzeba 44 linii na naymnieyszą grubość węgarów na którychby się ten model mógł utrzymać; lecz sobie trzeba przypomnieć że spojenia kliców nie mogąc tu być prostopadłe do spodniey powierzchni Sklepienia, z tąd wypływa że nacisk effortu klińców nie mogą sobie tu odpowiadać, i że iedne na drugie w nadpion afaux ciśną, ich to linie Ta, 1c, 2e, 3g prostopadłe do spoin między którymi te liśnienia są wywierane okazuią; tak że podobne Sklepienie nie mogłoby się utrzymać gdyby się Lᵃ FG nie mieściła w grubości Sklepienia. Tego rodzaiu Sklepienia nie są mocne tylko wtedy kiedy mogą obeymować kuk arc którego by grubość była równą przyięciu węgarów IF iak to 10g fig. 6 linia kropkowana IKL i FZ okazuią.

Nowe uwagi nad sposobem w iaki kamienie składaiące sklepienia prą na siebie aby się utrzymać.

Niech będzie fig 10ta Sklepienia kolistego AKCDNB. złożonego z wielu nieskończenie bardzo klińców mogących działać bez tarcia, i nie utrzymujących się, tylko wzaiemnemi parciom na się; wynika z tąd pewnono: 1o Że pierwszy Klinice wystawiony przez linią AB maiąc swe spoienia prawie równoległe i poziome działać będzie całym swym ciężarem w kierunku pionowym IL dla utwierdzenia węgarów.

2do Że klinice CD wystawiaiący Zamek czyli Zwornik sklepienia maiąc swe ściany spoin prawie równoległe i pionowe działać będzie całym swym ciężarem w kierunkach poziomych dla rozepchnięcia

cia i przewrocenia połow Sklepien wraz z węgarami.

3cie Ze wszystkie inne Kliñce działałyby siłami effort miesza nemi mixtes Gn, nm, ml Lk, Kh, hg, gf, fT. ktore pochodzą kiennent od dwoch poprzedzaiących, i z ktorych każda może się podzielić na dwie inne, poziomą, i pionową: y tak parcie Kh może się uważać za wypadek z ciśnienia pionowego K 4h, i poziomego 4K.

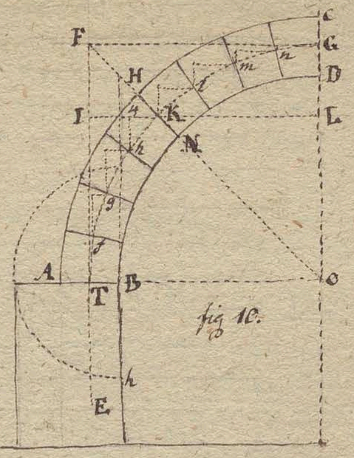


fig 10.

4te Ze nacisk effort pionowy każdego Klina zmnieysza się od T do G, i przy G stanie się żadnym dla Zamku czyli Klinca CD; przeciwnie parcia poziome zwiększaią się w stosunku odwrotnym, tak, ze Klinei srzedni KN ma nacisk pionowy rowny swemu parciu poziomemu.

5te Ze w Sklepieniach pełnego Łukku, rowney gruboßci, obwod koła srodkiem tey gruboßci zatoczony przechodzący przez srzodki ciężkoßciow wszystkich Klinców może wyobrażać summę wszystkich kißnien effort zmięszanych mixtes iakie na się Klinice wywieraią, aby się utrzymać wzaiemnie, działaiąc bez przeszkody swemi cięzarami.

6te Jeżeli z punktoo T i G poprowadzi się z iedney strony pozioma TF, a z drugiey pozioma GF, spotykaiące się w F, Linia TF może wystawiać summę ciśnien pionowych dążących do utwierdzenia węgaru, a linia FG summę parciow poziomych usiłuiących go przewrocić.

7e Ze jeżeli przez punkt K poprowadzi się pozioma IKL Konczącą się w punktach I i L pomiędzy pionowemi TF i CO, część iey IK mogłaby wyobrażać summę parciow poziomych Klinców stanowiących część niższą Sklepienia AKNB; a KL summę parciow części wyższey KCDN

8e Klińce spodnie zawarte między T i K. władane będąc swemi siłami pionowemi, część Sklepienia AKNB, usiłować będzie obalić się wewnątrz obracaiąc się na punkcie B, gdy tymczasem Klinice zawarte między K i G władane siłami poziomemi, część Sklepienia KCDN odpychać będzie część iego niższą usiłuiąc ią obrocić około punktu A.—

9e Ciśnienia effort poziome części wyższey Sklepienia oznaczone linią KL działaiące w kierunku od L do K, podczas gdy ciśnienia poziome części niższey wyrażone przez linią IK działaią od I do K. w stronę przeciwną; Ze te ciśnienia są sobie wprost przeciwległe zniszczyły by się wzaiemnie gdyby sobie mogły być rowne i w tedy Sklepienie nie wywierałoby żadnego parcia; lecz poniewaz zawsze są sobie nierowne, rożnica więc między niemi będzie miarą tego parcia poussée ktore działać będzie w kierunku odpowiadaiącym ciśnieniu większemu.

10. Jeżeli sobie wyobrazimy że szerokość BO połowy Sklepienia co raz się zmnieysza przy stałey wysokości, summa ciśnien poziomych w tym samym stosunku maleć musi; tak że gdyby punkt B padł na punkt O ciśnienie poziome unistożyłoby się, i nie zostałoby tylko ciśnienie pionowe samo działaiące na węgar i ustalałoby go; i niebyłoby żadnego rozpierania bo by tu nie było więcey Sklepienia ale prosty iednostayny węgar.

11. Jeżeli przeciwnie przy niezmienney szerokości Sklepienia BO zmnieyszać będziemy iego wysokość OD; przypadnie na koniec że Krzywa wyiątok BND przemieni się w linią prostą BO, i Sklepienie przeistoczy się w Strop lub płaskie horyzontalne. W tym przypadku ciśnienia wszystkie pionowe zostawszy unistożone, nie pozostaną więc temu Sklepieniu tylko parcia poziome wywieraiące moc swoią całym iego cięzarem. Ztąd wniosek że Sklepienia półkoliste trzymaią srodek pomiędzy Sklepieniami żadnego parcia nie wywieraiącemi, a Sklepieniami prostopłaskiemi wywieraiącemi parcie nieskończone, w przypuszczeniu że Kamienia składaiące ie mogłyby się zsuwać po sobie wolno, i że spoieżenia między niemi są prostopadłe do wewnętrzney powierzchni Sklepienia.—

12. Powiedzieliśmy wyżey o nieprzyzwoitości wynikaiącey z prowadzenia spoien w Sklepieniach prostopłaskich do iednego srodka; bo gdyby kamienie mogły się wolno suwać po sobie, że nie mogłyby w tym razie tylko działać w nadpion a faux iedne na drugie, ich ciśnienia nie mogłyby się więc nigdy rownoważyć balancer ani też niszczyć.

13te

13.° Nieskończona liczba doświadczeń na 54 modelach sklepień różnego kształtu obłączystości i grzbietu przedsięwziętych, dzielonych na parzystą lub nieparzystą liczbę równo lub nierówno klinców, dała poznać Rondeletowi że kamienie lub czyli klińce składające sklepienia wspierając swe ciśnienia raczej jako drążki a niżeli jako kliny lub jako ciała usiłujące zsuwać się jedne po drugich.

14.° Że gdy węgary są za słabe dla odparcia ciśnienia klińców, razem się z sobą także razem tworzące jedno jakoby ciało, które usiłuje obrócić się około przeciwległego miejsca w którem się spojenie roztwiera.

15 Sklepienia podzielone na liczbę parzystą klinców więcey rozpierają, jak na nieparzystą.

16 W sklepieniach na nieparzystą liczbę klinców i nierówno podzielonych, im zamek *cc* jest większy tem mniey rozpierają, tak że naywiększe w tedy jest parcie *poussée* kiedy się zamiast klucza *cc* znayduje spojenie w środku, jak w sklepieniach na parzystą liczbę klinców podzielonych.

17 Sklepienie pełnego kształtu podzielone na 4 równe części, więcey rozpiera jak podzielone na jakichże 9.

18. Sklepienia wzniosłe *surhaussé* mniey prą, jak potłoczyste tey samey średnicy, kształtu grzbietu, i równie podzielone.

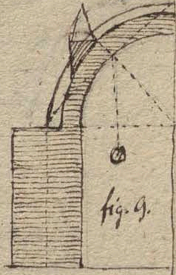
19. Parcie *poussée* nie zwiększa się w stosunku grubości sklepień, tak że przy równych wreszcie warunkach sklepienie dwa razy grubsze nie wspiera dwa razy większego parcia.

20 Sklepienie pełnego cyrkla równey grubości w całey swey rozciągłości *extradossé egalement* będąc podzielone na 4 części równe nie może się utrzymać dawszy mu mniey jak $\frac{1}{18}$ części średnicy jego na grubość, jakaby nawet być mogła grubość i odpor węgarów a nawet bez węgarów.

21 Zawsze kiedy w grubości połowy sklepienia mającego jednostayną grubość wszędzie, można poprowadzić linią prostą od punktu oparcia zewnętrznego do środka grzbietu klucza *cc* fig. 9 tak aby ta linia nie przecinała linii krzywey podniebienia sklepiennego ni gubiła się poza linią grzbietową: /, nie robi się przełamanie w środku pach jeżeli się dało węgarom tę samę grubość co samemu sklepieniu.

22. Sklepienia w których grubość zmnieysza od nasady do wierzchołka mniey rozpierają, niżeli mające wszędzie jedną grubość.

23. Sklepienia półcerklowe lub spłaszczone których grzbiet jest dany w linii prostey poziomo, mniey są rozpierające jak w inny jakikolwiek sposób.

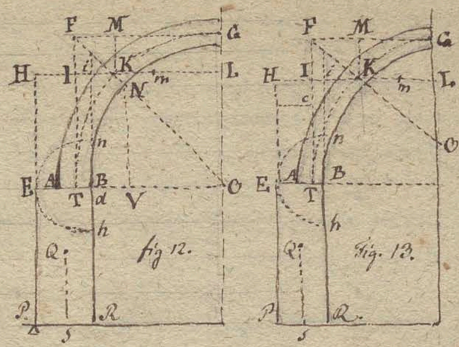


24. Jeżeli węgary modelu sklepiennego są za słabe dla odparcia jego parcia mogą być utrzymane za pomocą ciężaru podwoynego z różnicy pomiędzy parciem a odporem węgaru zawieszonego na nitce przechodzącey przez spojenia będące w środku pach, lub za pomocą ciężaru równego tey różnicy umieszczonego pod kordem spojeniem środka pach, jak to wystawia fig: 9.

Na zasadzie tych wypadków doświadczeń i wielu innych których byłoby za długo przytaczać których te uwagi są wypadkami utworzył Rondelet formułę ogólną dla wszelkiego rodzaju sklepień kolebkowych *en berceau* równey grubości *extradossées d'egale epaisseur* jakakolwiek bądź by mógł wreszcie krój ich obłączystości –

Zob. Podczaszyński

(XXX)



__Działanie__ Wykreśliwszy Sklepienie równogrube całkiem będź wygiętości, i narysowawszy obwód środkiem iego grubości IKT fig 12. 13. 14. 15. 16. poprowadź z punktu T linią pionową w górę, a z punktu I poziomą, to iest styczne do tego obwodu. Z punktu F ich spotkania spuść prostopadłą na tenże obwód FO która go spotka w punkcie __K__. Ten punkt K oznaczy mieysce gdzie się wywiera naywiększe ciśnienie, którego rozłączenie się sklepienia w tem mieyscu iest skutkiem, w przypadku niedostateczney grubości węgaru a zatem iego odporu.

Przez punkt __K__ poprowadź poziomą IKL aż do pionowych AE TF; GO. Ta Linia IL będzie wyobrażać Summę ciśnień poziomych, a pionowa TF summę ciśnień pionowych, Obwód średni IKT summę ciśnień zmięszanych __mixtes__.

Sklepienia te będąc wszędzie iedney grubości, część IK poziomey IKL pomnożona przez grubość Sklepienia będzie wyrażać ciśnienie poziome części niższey każdego Sklepienia, a KL pomnożone przez tęż grubość będzie wyrażeniem ciśnienia poziomego części iego wyższey. — Że te dwa ciśnienia w kierunkach przeciwległych działaią, niszczą się więc w części. Przenosząc więc KI od __K__ do __m__, różnica mL pomnożona przez grubość Sklepienia będzie wyrażeniem iego rozpierania __poussée__.

Ciśnienie to Lm działaiąc poziomo na punkt __K__ będzie mieć za ramię drążka linią PH wzniesioną pionowo z punktu podstawka __P__ węgaru, dzielność więc iego __energie__ będzie wyrażona przez $(mL \times AB) \times PH$.—

__Co się tycze Sił odporu, te będą:__ 1° Ciężar węgaru wyobrażony przez swoią Powierzchnią $= EP \times PR$, pomnożony przez swe ramię drążka PS, którego się dowodzie spuszczaiąc pionową ze środka ciężkości powierzchni węgarowey Q; co da na wyrażenie odporu węgaru $EP \times PR \times PS$.—

2° Summa ciśnień pionowych części wierzchniey każdego Sklepienia wyobrażona przez $MK \times AB$; te ciśnienia działaiąc na punkt __K__ mieć więc będą za ramię drążka względnie punktu P, linią KH.

3° Summa ciśnień pionowych części niższey Sklepień, wyrażona przez $IT \times AB$, że te działaią na punkt T, więc mieć będą za ramię drążka linią TE.—

W stanie więc równowagi będzie: $mL \times AB \times PH = PE \times PR \times PS + MK \times AB \times KH + IT \times AB \times TE$.

Że iednak w tem Równaniu nie iest nam wiadome ani $PR = BE$ ani PS ani KH, ni TE trzeba się udać do Równania Algebraicznego w którem nazwiemy:

$p =$ ciśnieniu rozpieraiącemu $mL \times AB$; $\underline{a} =$ wysokości węgaru PE; $d = EH = TI = KL = KV$.

$a + d$ będzie $= PH$; $x = EB = PR$; $\frac{x}{2} = PS$. Nadto zrobmy Summę ciśnień pionowych części wierzchniey Sklepienia $MK \times AB = m$; Summę tychże części niższey $IT \times AB = n$; część horyzontalney IKL $IK = c$; TB równe połowie grubości Sklepienia $= e$; Ramię drążka HK przez $c + x$; $TE = x - e$.

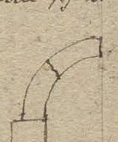
Powyższe Równanie przemieni się na to: $pa + pd = \frac{ax^2}{2} + mx + mc + nx - ne$. czyli $pa + pd \pm ne - mc = \frac{ax^2}{2} + mx + nx$; czyli $x^2 + \frac{m+n \times 2x}{a} = 2p + \frac{2pd + 2ne - 2mc}{a}$; robiąc $m + n = b$. wypadnie

$$x = \sqrt{\left(2p + \frac{2pd + 2ne - 2mc}{a} + \frac{b^2}{a^2}\right)} - \frac{b}{a}.$$

{ Równanie służące za formułę do znaydowania grubości węgarów dla sklepień kolebczastych równey wszędzie grubości

Zastosuymy tę Formułę naypierw do przykładu Modelu z Sklepieniem pełnego cyrkla fig 12.

W modelu tym. średnica Sklepienia iest $36\frac{1}{4}$ cali, a grubość 3 cale; podzielone iest na 4 równe części maiąc iedno spoienie pionowe w samym środku, a dwa po bokach pod 45° pochyłe. — Węgary maią $40\frac{1}{3}$ cali wysokości. Prowadząc na rysunku linie wyżey wzmiankowane, znaydziemy wartości liter iak następuie:



$a = PE$ będzie miało — cali — 40,333
$d = EH = IJ = KL = KV$ ... 13,876.
$p = mL \times AB = 8,127 \times 3$ ... 24,381.
$2p =$ ... 48,762
$2pd = 48,762 \times 13,876$ ... 676,621.
$2mc = 2MK \times AB \times KH = 5,749 \times 3 \times 4,249 =$ 73,282.

$2ne = IT \times AB \times AB = 13,876 \times 3 \times 3$ ... $= 124,824.$
$b = m + n = MK + IT = FT = 19,625 \times 3$ ... $= 58,875.$
$\frac{b}{a} = \frac{58,875}{40,333}$ ... $= 1,459$
$\frac{b^2}{a^2}$ ... $= 2,128.$

Wkładaiąc te wartości w Równanie wypadnie:

$$x = \sqrt{48,762 + \frac{676,621 + 124,824 - 73,282}{40,333} + 2,128} - 1,459 = x = 5,8.$$

Więc cali 5 linii 9½ wypadłoby dadź na grubość węgaru, ażeby odpór zrównoważył parcie; gdyby wyrobienie modelu było doskonałe. Że iednak nie iest podobieństwem osiągnąć tego stopnia doskonałości pomimo wszelkiey wziętey ścisłości, dla tego się Sklepienie to w modelu nie poczęło utrzymywać aż przy grubości węgaru cali 6, linii 3. —

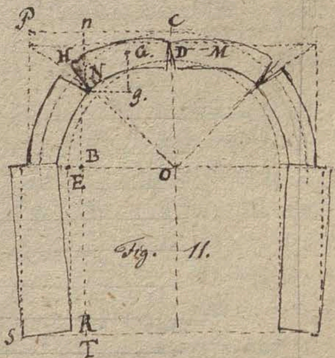
Dawszy węgarowi 7½ cali na grubość, można było sklepienie to obciążyć w środku samym nad spoieniem pionowem ciężarem 3 ℔ wyrównywaiących 8 calom □ powierzchni sklepienney w dodatku do tego części wyższey, iako sprawuiącey parcie; więc 2p było tutay = 56,762 zamiast 48,762, co wprowadziwszy w Równanie, wypadnie:

$$x = \sqrt{\left(56,762 + \frac{787,619 + 124,828 - 86,458}{40,333} + 2,43\right)} - 1,55 = 7,366. = 7.''\,3\tfrac{1}{3}.''$$

zamiast 7½ cali; nie można więc pobrzy obiecywać większey zgodności teoryi z doświadczeniem. —

Inny sposób służący za próbę poprzedzaiącego.

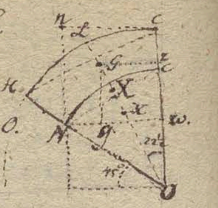
Spostrzegłszy że w modelach składanych z dzielonych na parzystą liczbę klińców, skoro węgary nie były dosyć silne dania odporu parciu, spoienie środkowe pionowe roztwierało się spodem, a spoienia modlu w pachach otwierały się górą, iak to fig. 11 okazuie; chciał Rondelet przystosować do tego skutku teoryą pryzmatów usiłuiących się przemagać lub odwracać od siły przydaney.



Zatem biorąc za przykład model poprzedzaiący uważa w nim połowy dwie Sklepienia iako spoione z swemi węgarami w iedno ciało: widoczna iest rzecz że w tem przypuszczeniu połowa sklepienia osobno z swym węgarem postawiona nie mogła by się utrzymać ieżeli by linia pionowa spuszczona z iego środka ciężkości padała po za punkt podpory R., a to bez przydania siły M któraby przeszkadzała iey upadnięciu po obróceniu się około tegoż punktu R. Lecz ieżeli połączemy z sobą dwie połowy Sklepienia podobne i przeciwległe, usiłowania ich na siebie będąc iednakowe i przeciwległe zniszczą się i całe sklepienie się utrzyma.

Uważaiąc potem sklepienie podzielone na 4 części i postawione na swych węgarach, iest pewna że się nie potrafi utrzymać tylko w przypadku kiedy usiłowanie części iego górnych uniesienie będzie co naymniey większym od tego które dąży obrócić każdą połowę sklepienia iako bydź mogącą całość formuiącą około punktu podpory R. — Jeżeli więc ze środka ciężkości G klińca wierzchniego spuściemy pionową Gg. i przez punkt N uważany iako podstawek poprowadziemy poziomą Ng i pionową Nn, możnaby uważać ten kliniec iako usiłuiący przemagnąć się wewnątrz iednak iakoby zatrzymany siłą P. przydaną do końca n drążka Nn. Już żeśmy okazali że w stanie równowagi iloczyn z ciężaru klińca przez ramię drążka Ng powinien się równać sile P pomnożoney przez ramię drugie Nn. Nazwawszy więc ciężar klińca przez Q, będzie wiemy w stanie równowagi $Q \times Ng = P \times Nn$ zkąd się wyciągnie $P = \frac{Q \times Ng}{Nn}$.

Aby więc znaleźć wartość na P trzeba oprócz wiadomey powierzchni klińca iako wyobrażaiącey iego ciężar, ieszcze poznać położenie iego środka ciężkości



Sposob naydowania środka ciężkości Korony Sklepienia. Wiemy że środek ciężkości wycinka koła znayduie się mnożąc dwa razy wziąty promień przez cięciwę, a podzieli przez 3 razy wziętą długość łuku. — Że tu Promień wielkiego wycinka iest 21,125. cięciwa 16,168; Łuk 16,6.
małego wycinka — 18,125 — 13,87 — 14,24.
Więc środek cięż: wielkiego wycinka będzie o 13,72; a małego o 11,77 części odległy od środka O.
Aby znaleść środek ciężkości Korony HCch. pomnoży się powierzchnią każdego wycinka przez odległość iego środka ciężkości od środka O. Odiąć iloczyn mnieyszy od większego i podzieli resztę przez powierzchnią Klinca HCch. — Iloraz otrzymany będzie odległością środka cięż: szukanego od środka O. —
Powierzchnia wielkiego wycinka = $\frac{16,6 \times 21,125}{2} \times 13,72$ daie 2404,63; mnieyszego $\frac{14,24 \times 18,125}{2} \times 11,77 =$ $= 1518,91$. — Rożnica między niemi będzie 885,71. co iest momentem Klinca, dzieląc go przez powierzchnię iego 46,29. Wypadnie 19,13 cali na odległość środka ciężkości G szukanego od środka O. —

Moia Uwaga. { NB. Prędzey znaydzie się ten środek ciężkości przez formułę $GO = \frac{2 \times \sin\frac{1}{2} a}{3 \times b} \times \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$ gdzie $\underline{a}$ oznacza kąt HOC; $\underline{b}$ oznacza długość łuku HLC; $\underline{R}$ oznacza promień CO większy; $\underline{r}$ promień cO mnieyszy. Stos: koła iest = 3,14159...
Więc $GO = \frac{2 \times \sin 22\frac{1}{2}}{3 \times 16,6} \times \frac{21,125^3 - 18,125^3}{21,125^2 - 18,125^2} = 19,13$. Nie wiem dla czego Rondelet wziął za promień większy 21,1/8, a za mnieyszy 18,1/8, kiedy położył średnicę Sklepienia 36 i 1/4 cali. —

Znalazłszy odległość środka ciężkości części wierzchniey Sklepienia od środka O równą 19,13 cali chcąc dóyść odległość tegoż środka cięż: G względem punktu podpory N, czyli raczey odległość linii pionowey z tego środka cięż: G spuszczoney od punktu podpory N, szukaymy odległości obóch punktów G i N od pionowey CO i weźmy pomiędzy niemi rożnicę — i tak:

Odległość Gz naydzie się przez Prop: Sin: tot : Sin GOz = 19,3 : x. więc x = 7,32. }
Odległość nw naydzie się przez Pro: Sin tot : Sin NOw = 19,3 : x' więc x' = 12,81 } Rożnica 5,49 = Ng

Więc Ng = 5,49 cali będzie ramieniem drążka dla ciężaru Klinca wierzchniego.

Oznaczając więc ~~ten~~ ciężar przez powierzchnią Klinca otrzyma się iego Zaciąg czyli dzielność energię = 49,26 × 5,49 = 254,13. Lecz że siła działać winna na punk c, otrzyma się iey wyrażenie dzieląc 254,13 przez ramię Nn drążka złamanego nNg, to iest przez 8,315, co da $\frac{254,13}{8,315} = 30,56$.

Ponieważ na punkt c działa siła 30,56; a ramię drążka iey względnie krawędzi środniey węgaru iest = wysokości tegoż + promieniem OC czyli = 40,333 + 21,125 = 61,458, więc natłok energię będzie = 30,56 × 61,458 = 1878,156. co iest natłokiem czyli Zaciągiem parcia Sklepienia.

Temu parciu odpór da Węgar obciążony swą połową sklepienia 1° swym ciężarem oznaczonym przez swą powierzchnią i pomnożoną przez swe ramię + ciężarem połowy sklepienia także iey powierzchnią wyrażonym i pomnożonym przez swe ramię. — To zaś ramię będzie wyrażone przez spuszczenie pionowey ze środka ciężkości połowy Sklepienia w punkt B. Aby znaleść iego odległość względnie punktu E postąpi się podobnym sposobem iak dla Klinca gornego, i znaydzie się BE = 1,335; ~~dodawszy grubość węgaru 5,8 będzie TS = 7,1~~

NB: Bo BE = EO − BO = 18,125 − 18,125 × $\frac{77}{90}$ = 1,335. Dodawszy grubość węgaru 5,8 będzie ramię szukane ST = 7,135. — Ja nierozumiem dla czego Rondelet dodaie grubość węgaru iakoby wiadomą, kiedy właśnie idzie o znalezienie iey. Wziął tę grubość 5,8 z wypadku przykładu poprzedzaiącego

na tę odległość 7,135; a powierzchnia połowy Sklepienia = 92,575 więc zaciąg będzie = 661,236.

Aby znaleść grubość węgaru trzeba wziąść pierwszą Formułę (Zastos: 1°) $x = \sqrt{\frac{2p - 2bc}{a} + \frac{b^2}{a^2}} - \frac{b}{a}$ w ktorą wkładaiąc za p iey wartość 1878,156; za b 92,575; za bc 661,236 będzie $x = \sqrt{\frac{3756,313 - 1322,472}{40,333} + 5,24} - 2,29 = 5,80$. co iest wypadkiem zupełnie tym samym co podług sposobu poprzedzaiącego. —

To dowodzi pewność Formuły sposobu pierwszego, maiącego nadewszystko tę korzyść że iest mniey skomplikowany, i nie wymaga działań znaydowania środków ciężkości bardzo rachunku długich i trudnieyszy robiących. — Jednakowoż iest iedynym sposobem do zastosowania do Sklepień zmienney grubości lub nieregularnych, iak to niżey zobaczemy. —

W dalszym ciągu Rondelet czyni zastosowanie Formuły ogólney $x = \sqrt{2p + \frac{2pd + 2ne - 2nc}{a} + \frac{b^2}{a}} - \frac{b}{a}$ do modelów sklepień rożnych dla porownania z wypadkami doświadczenia, że sposob postępowania iest ieden, więc ich przytaczać nie będę; ale tylko niektore uwagi wypiszę. —

Przystosowanie tey Formuły: Fig 12 Jest model sklepienia połcyrklowego ma 180 linii srednicy, 9 cali iednostayney gruboci, na 4 zworniki podzielony rowne; węgary 120 linii wysokie.
Poprowadziwszy linie wzwyż wskazane znaydzie się wartości na:

$p = mL \times AB = 24,22 \times 9 = 217,98.$ — $e = \frac{1}{2} AB$ ... $= 4,5$

$2p =$ ... $435,96$ — $2ne = 4,5 \times 2 \times 372,24$ ... $= 3350,16.$

$d = EH = TI = KL = KV$ ... $41,36.$ — $m = KM \times AB = 17,14 \times 9$ ... $= 154,26.$

więc $2dp =$ ... $18031,30$ — $c = iK = 12,64$; więc $2mc$ ... $= 3899,69$

$n = TI \times AB =$ ... $372,24$ — $a = EP = 120$; $b = m + n = 526,5.$ więc

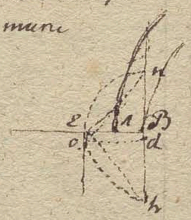
$\frac{b}{a} = \frac{526,5}{120} = 4,387$; $\frac{b^2}{a^2} = 19,245.$ wkładaiąc te wartości w formułę znaydzie się $x = 20,123.$ to iest linii $20\frac{1}{8}$. na grubość węgarow, zostaiących w rownowadze z parciem.
W modelu się sklepienko to utrzymało przy grubości węgarow $20\frac{3}{4}$ linii, lecz poźniey gdy się krawędzie poszczerbały nie mogło się utrzymać, i wymagało $21\frac{1}{2}$ linii na tę grubość.

W tem i poprzednich zastosowaniach uważaliśmy Sklepienia iako przywiedzione do obwodu średniego TKG, i iakoby usiłuiące obracać się na punkcie T, gdy tymczasem dla swey grubości nie może się rzeczywiście obracać tylko około punktu **B**.
Jeżeli więc w niniejszem przystosowaniu Formuły, zamiast przenosić IK od K do m, przeniesiemy iK wypadnie wartość na $p = mL \times AB = 28,72 \times 9 = 258,48.$ więc $2p = 516,96.$
$d = 41,36$; więc $2pd = 21381,46$; –
Nadto uważaiąc część wyższą sklepienia iako dążącą obrocić się koło punktu B, wtedy nacisk effort pionowy IT przeniesie się w iB; i wowczas $e = TB$ stanie się $= 0$; rownie. $2ne = 0$.
$2mc$ będzie zawsze $= 3899,69$; $\frac{b}{a} = 4,387$. $\frac{b^2}{a^2} = 19,245$. więc pierwsze Zrownanie przemieni się na to $x = \sqrt{\left(2p + \frac{2pd - 2mc}{a} + \frac{b^2}{a^2}\right)} - \frac{b}{a}$; podług ktorego wypadnie $x = 21,723$ linii;
Ten sposob uważania daie wypadek na grubość filarow nieco większy, więc w praktyce bezpieczniejszy. –

Formuła $x = \sqrt{2p + \frac{2pd + 2ne - 2mc}{a} + \frac{bb}{aa}} - \frac{b}{a}$ dla tego stała się nieco skomplikowaną mowi Rondelet, tylko dla tego że podług niey dość można grubości muru rownoważącey parcie Sklepienia; że iednak w praktyce konieczną iest rzeczą aby była niejaka przewaga odporu dla mocy, dosyć będzie brać na grubość murow pierwiastek z $\underline{2p}$ to iest z pierwszego wyrazu rownania pod znakiem $\sqrt{}$ znayduiącego się, a oznaczaiącego podwoyne parcie poziome Sklepienia $mL \times AB$ to iest szukać wartości na grubość muru przez formułę $x = \sqrt{2p}$; i tak w dopiero przytoczonym przykładzie wypadłoby $x^1 = \sqrt{2 \times 258,48} = 22,73$ linii –
Dobrze iest zastanowić się nad tem że taka grubość muru iest dostateczna w praktyce dla iakieykolwiek wysokości murow, bo roztrząsaiąc uważnie Formułę ostatnią $x = \sqrt{2p + \frac{2pd + 2ne - 2mc}{a} + \frac{bb}{aa}} - \frac{b}{a}$ spostrzega się że inne ilości $2pd - 2mc + bb - b$ są podzielone przez $\underline{a}$ to iest przez wysokość filarow skąd się wynika że robiąc tę wysokość nieskończoną, ilości te stałyby się $= 0$. tak żeby z tey formuły nie pozostało tylko $x = \sqrt{2p}$ coby wydało grubość murom dostateczną iakabądź by była ich wysokość –
Wypadek ten stwierdzą doświadczenia na modelach tym robione, bo stawiaiąc sklepienie iego na węgarach 10, 15 20 do 25 cali wysokich. znalazł Rondelet że się utrzymywało na $21\frac{1}{2}$ linii grubych, zamiast $22\frac{3}{4}$ podług formuły – Tę więc $x = \sqrt{2p}$ uważa za bezpieczną w praktyce dla Sklepień iednostayney grubości, i ktorych wysokość nie przechodzi 3 razy wziętey średnicy, co iest nayzwyczaynieysza proporcya iaką Gotowie im dawali w nawach swoich kościołow –

Sposob znaydowania grub: muru przez wykreslenie

Jakabądz iest linia wygiętosci Sklepienia, wykresliwszy obwod posredni TKG fig 12. 13. 14. 15 &c: spusciwszy Sieczną FO prostopadle do tey wygiętosci. i przez punkt K gdzie ią spotyka poprowadziwszy poziomą IKL, wzniesie się od punktu B pionową Bi; przeniesie iK od K do m, a częsc mL od B do h; a dwa razy daną grubosc Sklepienia od B do n; podzieliwszy hn na dwie rowne części w punkcie d zatoczy się z niego iako ze srodka promieniem rownym połowie nh poł: koło ktore przetnie linię BA przedłużoną w punkcie E. linia więc BE będzie grubosc muru szukaną - dla iakieykolwiek obłęczystosci Sklepienia dostateczną w praktyce.



Sposob ten odpowiada Formule $x=\sqrt{2p}$ albowiem $p=mL\times AB=Bh\times AB$ więc $2p=Bh\times Bn$, zas EB iest srednią geom: prop: między Bh i Bn więc się rowna $\sqrt{Bh\times Bn}$.

Sklepienia wzniosłe. surhaussés

Robił zastosowanie tych formuł do Sklepień wzniosłych w rozną wygiętosc dla przekonania się o naykorzystnieyszey przez względ na parcie.—

Fig 13. Sklepienie wzniosłe w Polellipsę, maiące srednicę 9 cali, grubosc 9 linii, węgary 10" cali wysokie— Wzniosłosc Ellipsy 81 linii— potrzebowało 17 linii grubosci węgarow— Podług Formuły ogolney wypada $x=16,77$ linii; a podług geometr: wykreslenia czyli formuły $x=\sqrt{2p}$, wypada $x=18\frac{3}{4}$.

Fig. 14. zupełnie tych samych wymiarow, ale z obłąkiem Kapsynordyanym wymagało 20 linii grubosci węgarow aby się utrzymać.—i że się nie mogło utrzymać bez sklejania spodnich dwoch (z 4ch) części Sklepienia do węgarow, lub przedłużenia węgarow aż do E.— Przez Formułę dostałoby się że potrzeba linii $19\frac{2}{3}$ na ich grubosc; a przez wykreslenie $20\frac{3}{4}$ przeszło.

Powiedzielismy że aby się Sklepienie iednostayney grubosci mogło się utrzymać powinno mieć przynaymniey $\frac{1}{24}$ częsc srednicy, dla sklepienia Kapsynordyanego potrzeba aby miało więcey nad $\frac{1}{9}$ częsc teyże srednicy, co dowodzi że ten kroy iego nic nie wart, kiedy ma bydz iednostayney grubosci.

Fig 15 Sklepienie tych samych wymiarow co poprzedzaiące, lecz iest kształtu dwoch połkyklow.—Podług Formuły wypada na grubosc węgarow $14\frac{2}{3}$ linii; podług geom: wykreslenia $17\frac{1}{4}$; pokazał się w doswiadczeniu utrzymywać przy grubosci nieco większey nad 15 linii— To sklepienie mogło się utrzymać przy grubosci więcey niewiększey nad $\frac{1}{18}$ srednicy, i niewymagało przyklejania Zworników spodnich.—

Porownywaiąc te 3 kształty iest więc trzeci naykorzystnieyszy, a Elliptyczny posredni pomiędzy niemi

Sklepienie Gotyckie.

Model iego miał także 9 cali rozpiętu, wysokosci węgarow 10 cali., grubosci Sklepionka 9 linii, a wzniosłosci 81 linii.— Składał się z 4 części— fig 16.

Nakresliwszy linie wszystkie, znaydzie się $c=iK=20$; $KL=34$; $mL=14$.

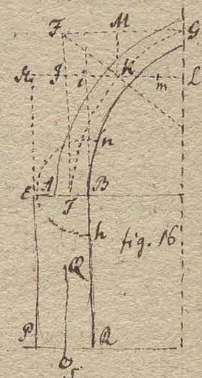
$d=FT=63$; $Mk=23$. $AB=9$. więc $mL\times AB=p=126$; $2p=252$; $2pd=15876$.

$m=KM\times AB=207$; $2mc=8280$; $a=120$. będzie podług For: $x=\sqrt{2p+\frac{2pd-2mc}{a}+\frac{b^2}{a^2}}-\frac{b}{a}$

~~k~~ $b=FT\times AB=774$; $\frac{b}{a}=6,45$; $\frac{b^2}{a^2}=41,6$. $x=12,46$ linii.

Zaś przez wykreslenie geom: lub formułę $x=\sqrt{2p}$ wypada $x=15,88$.

Naymnieysza grubosc węgarow przy ktorych się mogł model utrzymać była $x=14$ linii:



Sklepienie w Parabolę

Model tych samych wymiarow co poprzed: z 4 części Sklepionko maiący. fig 17.

Poprowadziwszy linie wszystkie iak zwykle; spostrzega się tutayże części KL wyobrażaiące przecięcie poziome części Sklepienia wyższey iest mnieyszą od IK wyobrażaiącey cisnienie poziomę części iego niższey; stąd wynika iż tutay części niższe dążą wyżey zbic w gorę wyższe gdyby bez przeszkody działać mogły, dla tego mowiąc o grzbietni extradoś tego rodzaiu Sklepienia w No 3cim powiedziało się że mu w części gorney większą dawać grubosc należało iak fig 10. Tab 3b okazuie. Ze ciężkosc każdna utrudza działania klinow, nie zrobi się więc rozłączenie w K, tak że gdyby Styczna TF bydz mogła pionową nie byłoby cisnienia na węgary; lecz ta linia TF będąc pochyła,

Sklepienia

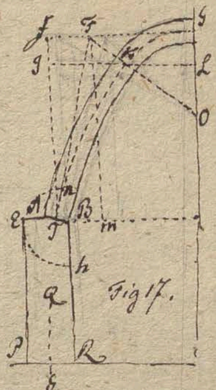


Fig 17.

Sklepienie całe działać będzie w tym kierunku, który można uważać za ściśnie-
nie zmięszane miało mogące się rozłożyć na dwa inne, z których jedno Tf zdąży
do utworzenia węgaru, a drugie pionowe Tm do obalenia go. To ostatnie
ściśnienie które sprawia parcie byłoby wyrażone przez Tm x AB gdyby Sklepie-
nie było bez grubości, i przywiedzione do obwodu średniego, że zaś ma grubość
to wyrażenie będzie Bm x AB czyli $25\frac{1}{4} \times 9$ co da $227\frac{1}{4}$ na wartość p. formu-
ły $x = \sqrt{(2p + \frac{2pd - mc}{a} + \frac{b^2}{a^2})} - \frac{b}{a}$; więc 2p będzie $= 454\frac{1}{2}$.

Że w tym sklepieniu ściśnienie poziome działa na wierzchu węgarów, z tąd
wynika że d które by w zastosowaniach poprzednich było wyrażone TI, sta-
nie się $= 0$, równie jak 2pd.

Nadto ponieważ wierzchnia część sklepienia nie może sprawić rozłączenia
z tąd wynika że 2mc uniszczy się. Więc dla tego rodzaju Sklepienia formuła poprzedzająca prze-
mieni się na $x = \sqrt{2p + \frac{b^2}{a^2}} - \frac{b}{a}$.

b wyobrażała Tf x AB $= 85\frac{1}{2} \times 9 = 769{,}5$; $\frac{b}{a} = 6{,}41$; $\frac{b^2}{a^2} = 41{,}11$. więc $x = 15{,}85$ linii.

Najmniejsza grubość węgarów przy której się to Sklepionko mogło utrzymać była 17 linii.

Nie biorąc tylko $\sqrt{}$ z podwójnego ściśnienia parcia, czyli przez wykres graf: wypada $x = 21{,}3$ linii

Sklepienie w linią łańcuchową fig: 18. podobna do 17.

Że tu IK większe jak KL więc się rozłączenie nie zrobi, i sklepienie całe cisnąć będzie na węgary
w kierunku ukośnym FT. które się rozłoży na Tf i Tm; formuła przeistoczy się jak się dopiero po-
wiedziało na tę $x = \sqrt{2p + \frac{b^2}{a}} - \frac{b}{a}$; znalazłszy więc $Bm = 22\frac{1}{3}$, znajdzie się $p = 201$.

Model tego Sklepienia będąc zupełnie tych wymiarów jak poprzedzający, więc $b = Tf \times AB = 769{,}5$
$\frac{b}{a} = 6{,}41$; $\frac{b^2}{a^2} = 41{,}11$. więc x znajdzie się $= 14{,}64$ linii – Podług form: $x = \sqrt{2p}$ byłoby $x = 20{,}5$. Do-
świadczenie wymagało 16 linii.

Porownanie.

Więc Gotyckie Sklepienie najmniej rozpiera, a Kapsynoidyczne najwięcej – Stosunek parcia
6. rodzajów obłęczystości Sklepień pokazał się tak: Gotyckie jak 14 zdośw: a jak 12,46 pod: Formuły

Łańcuchowe	15	14,64
Cykloidyczne	15	14,66
Paraboliczne	$16\frac{1}{2}$	15,85
Elliptyczne	17	16,77
Kapsynoidyczne	21.	19,62.

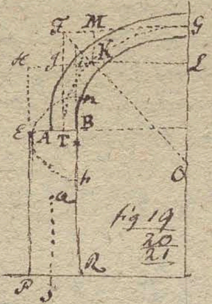
Sklepienia Gockie w 10 i 11 wieku w używaniu były, i okazują lekkość śmiałość pozorną i kombinacyę.
Są wdałnione na dachy budowl, nad którymi nie chcemy używać ciesiołki, aby je zabezpieczyć od pożarów
bo ich kształt więcej jest usposobiony jak inny formowania połaci dachowych na dwie strony, przy mniej-
szem obciążeniu, większey mocy i oszczędności.

Po sklepieniach Gotyckich, Łańcuchowe z wzniosłych idą z kolei. – Mówiliśmy już w rozd. 3cim o wła-
snościach tey krzywey i sposobie iey kreślenia. Jest pewną rzeczą, że jeżeli się nie ma mieć na wzglę-
dzie tylko trwałość i oszczędność, ta krzywa przystoi naylepiey sklepieniom mającym mieć jednostay-
ną wszędzie grubość – Szczególnie można złagodzić ostre spotykanie się iey przy nasadzie z wę-
garami pionowemi, lub zaokrągleniem kąta lukowato. – Ten rodzay sklepienia ma jeszcze to szcze-
gólniejszego, że (jak na modelu Rondelet doświadczył) będąc w równowadze na węgarkach ustawiony
gdy obciążono go na środku klucza ciężarem mogącym sprawić rozłączenie; nagle ciężar odjąwszy
sklepienie wznosi się i opuszcza przez czas niejaki kolejno, kołebiąc się.

Sklepienia paraboliczne mniey piękny kształt mają jak łańcuchowe, przy więcey. Można ich
jednak używać gdzie wielkie mają znosić obciążenia, robiąc opory dostatecznie mocne. – Model przy-
ciśniony ciężarem, po odjęciu go wzniósł się nagle ale bez kołebania. –

Cykloidyczne mniejsze sprawia parcie jak Elliptyczne, Kapsynoidyczne sprawia najwiękze, wymaga więc i murów, i gęzi sklepienia grubego –

Sklepienia spłaszczone.



Rondelet na 3 modelach robił doświadczenia Sklepien Spłaszczonych w Ellipsę, Kassynoidę, i Cykloidę fig 19. 20. 21. te modele były iednych wymiarow co pośmiedziesiątkę 1.1. 9 cali sprzęgu, 10 cali wysokości węgarkow, 9 linii grubości sklepionek z 4 sztuk złożonych — ale 35 linii tylko wzniosłości. — Dochodził grubości teoret: węgarow przez Formułę $x=\sqrt{2p+\frac{2pd-2mc}{a}+\frac{b^2}{a^2}}-\frac{b}{a}$. grubości graficzney przez Form: $x'=\sqrt{2p}$. nakoniec przystawał grubości ich z doświadczenia.

Model Elliptyczny wymagał 26 linii grubych węgarkow, i sklejenia spodnich klińcow z węgarkami — Przez 1ą Formułę wypada $x=25\frac{1}{4}$, przez drugą graf: $25\frac{3}{4}$ linii — Aby bez przyklejania spodnich klińcow mogło się było sklepionko utrzymać wymagało nieco więcey na $\frac{1}{10}$ sprzęgu na grubość —

Model pół Kassynoidyczny wymagał $27\frac{1}{2}$ linii grubych węgarkow — podług formuły wypada $x=26,61$ linii; przez wykreślenie $x=26,84$. Aby się Sklepienie mogło utrzymać bez przyklejania klińcow do węgarow potrzeba było mu dawać $\frac{1}{9}$ sprzęgu na grubość

Model Cykloidyczny wymagał 26 linii na grubość węgarow — podług Form: 24,85. podług wykreślenia czyli formuły $x=\sqrt{2p}$ wypada $25\frac{2}{3}$.

Trzeba uważać że w Sklepieniach spłaszczonych ciśnienia pionowe rugowane z formuły biorąc tylko $\sqrt{\ }$ z podwoynego parcia poziomego, nie będąc tak znaczne iak w sklepieniach połciekłowych i wzniosłych, grubości znalezione węgarow wypadaią takie na ktorych poczynaią być w rownowadze. (= więc być w praktyce grubsze robić należy).

Porownanie Sklepien wzniosłych i spłaszczonych z sobą.

Z 6ciu zastosowań ostatnich do modelow iednego wymiaru średnicy sklepien ich grubości i gruby wysokości węgarkow pokazuie się że:

Te ktore maią więcey wygiętości w gorze, i ktore wydaią naywiększy opad retombée ik naymniey rozpieraią i takco się tycze Sklepien wzniosłych Dla Cykloidy wypadało $ik=18\frac{3}{4}$, ciśnienie $148\frac{1}{2}$, dla Elliptyczney wygiętości było $ik=17\frac{1}{2}$ przezenie $175\frac{1}{2}$; dla Kassynoidy $ik=15$. przezenie 216.

A w sklepieniach Spłaszczonych dla Cykloidy wypada $ik=8\frac{3}{4}$ przezenie $328\frac{1}{2}$; dla Ellipsy $ik=8\frac{1}{2}$, przezenie 333; dla Kassynoidy $ik=7$ przezenie 360. —

Kassynoida iest ze wszystkich wprawdzie linii krzywych tych trzech, ktora obeymuie naywiększą przestrzeń, i naypięknieyszy effekt robiąca; lecz oprocz tego że nie we wszystkich przypadkach użytą być może iest tą ktora rozpiera naywięcey, gdy iest sklepienie z niey z 4 sztuk złożone nie może się utrzymać przy mnieyszey grubości iak $\frac{1}{9}$ z średnicy. —

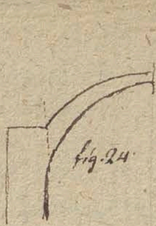
Cykloida zaymuie nay mnieyszą przestrzeń, i nayminiey prze, ale się nie dobrze wydaie nie może się dobrze w proporcyi z średnicy i wysokości Sklepienia zrobionym, ma ieszcze tę wadę że nie może być użytą tylko w iednym przypadku, to iest kiedy stosunek szerokości otwartu do iego wysokości iest iak 22 : 7. dla Sklepien spłaszczonych, a iak 14 : 11 dla sklepien wzniosłych — Nay mnieyszey grubości sklepienia wymaga iak $\frac{1}{18}$ ze średnicy, będąc położoną na płaszczyznie bez węgarow.

Ellipsa pośrednia między niemi co do parcia, ma korzyść że może służyć dla wszystkich wzniosłości Sklepien, pięknieyszą iest iak Cykloida, ale nie iak Kassynoida.

Poniewaz budowniczowie zwykli robić wygięcia Sklepien spłaszczonych podług układu łukow zbliżaiącego się więcey do Kassynoidy niż Ellipsy niech więc maią w pamięci żeby ich nie robili iedney grubości aż do nasad, i starali się przedłużać mury w gorę przynaymniey do tey wysokości gdzie linia węgaru spotyka się z linią grzbietu sklepienney iak w fig: 24. W tem mieyscu niech daią $\frac{1}{12}$ część ze średnicy sklepienia na grubość iego, i zcienczaią ku kluczowi gdzie mu można dadź tylko $\frac{1}{24}$ zczęść średnicy.

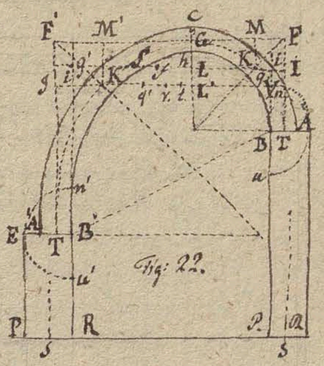
Istotną iest niemniej uważać że Sklepienie zbyt cienkie i rowney grubości może spaść iakie:

Kolwiek



kolwiek byłby odpor murów, zwłaszcza będąc spłaszczone, bo raz pełniąc wszy przez iakikolwiek przypadek, ciśnienie części ich wyższych może do góry wznieść części niższe, nie potrzebuiąc usunięcia się murów –

Sklepienia spadziste czyli obwiste



Niech będzie ACA' model łuku spadzistego tey samey średnicy 9 cali i grubości sklepienia 9 linii, iednostaynego, wzniesionego na węgarach równey wysokości z których niższy ma 10 cali, a wyższy 14 ½ cali na wzwyż. – Powiedziało się w N. 3. że sposób kreślenia takiey wygiętłości linii zawisł od linii wierzchołkowey de sommité która bydź może pozioma lub pochyła. W tem tu przystosowaniu linia wierzchołkowa iest równoległa do B'B. –

Że się to sklepienie składa z dwóch połów łuków różnych arcs na każdey z nich nakreśli się obwód pośredni i inne linie zwyczayne, przedłuży się nieograniczenie pozioma KL małego łuku która przetnie obwód średni drugiego w punkcie S. a linią wewnętrzną iego węgaru przedłużoną w punkcie g.

Część hLS będzie oznaczać pręzenie poziome części sklepienia KGS wspólney obom łukom; tak, że przypuściwszy że w S iest spoienie, część LK będzie wyrażać pręzenie działaiące przeciw części niższey małego łuku, a LS pręzenie przeciw części niższey większego. Te części dadzą odpor tym pręzeniom iakoto: mały łuk siłą wyrażoną przez iK, a duży siłą gS. Lecz ponieważ gS iest większe iak LS, przeniesie się LS od g do f, aby mieć różnicę fS która oznaczy o wiele LS trzeba powiększyć aby dadź odpor pręzeniu wielkiego łuku, to iest że pręzenie effort małego łuku powinno się równać Lf; lecz że ten ostatni potrzebuie do swego utrzymania się, aby wielki działał na niego siłą równą KL, różnica więc między temi dwoma ciśnieniami przeciwległemi będzie tą która sprawi pręzenie przeciw części niższey małego łuku i na węgar który go podpiera: Zatem przeniósłszy wielkość fL od L do q., weźmie się połowę z iq którą się przeniesie od L do h; część hK pomnożona przez grubość AB będzie wyrażeniem pręzenia oznaczonego przez p w formule

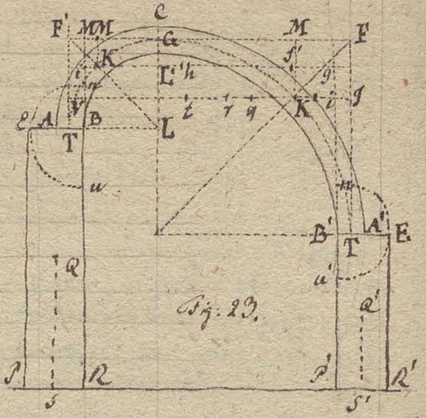
$x = \sqrt{2p + \frac{2pd - 2mc}{a} + \frac{b^2}{a^2}} - \frac{b}{a}$. Znalazłszy hK = 30½; AB = 9. więc p = 30½ × 9 = 274½; więc 2p = 549; d które oznacza IT będąc = 29½ będzie 2pd = 16195½; m = MK × AB będzie m = 12⅓ × 9 = 111; 2m = 222; c które oznacza iK będąc = 8 więc 2mc = 222 × 8 = 1776. – Że wysokość a = 174; b które oznacza ciśnienie pionowe wyrażone przez TF × AB będzie = 41⅔ × 9 = 375, więc $\frac{b}{a}$ = 2,15.; $\frac{b^2}{a^2}$ = 4,64. – wkładaiąc te wartości w ninieysze Równanie wypadnie x = 23,08. na grubość wielkiego węgaru podpieraiącego łuk mały. –

Dla łuku większey połowy sklepienia, potrzeba będzie przedłużywszy horyzontalną I'K'L' przenieść wielkość VL' od K w v, i podzieli vL' na dwie równe części w punkcie t.; linia K't będzie wyrażać pręzenie małego łuku na wielki, a który mu da odpor siłą wyrażoną przez i'K'; zatem przeniosłszy i'K' od K' w q', ciśnienie pręzenia będzie wyrażone w formule przez p q't × AB którego wartość wyrażona w formule przez p będzie = 20 × 9 = 180; więc 2p = 360. – ponieważ d które oznacza I'T' = 69⅔ więc 2dp = 25080; m = 26 × 9 = 234; c = 23⅙ więc 2mc = 10842. – a wysokość węgaru = 120.; b które oznacza T'F' × AB będzie = 95⅔ × 9 = 861.; $\frac{b}{a}$ = 7,175; $\frac{b^2}{a^2}$ = 51,48. Wkładaiąc te wartości w formułę wypadnie x = 15,855. linii – Gdyby się brało x = $\sqrt{2p}$ byłoby = 23,44. dla wyższego węgaru, a 19 linii dla niższego.

Przez wykreślenie robiąc, potrzeba dla wyższego węgaru przenieść hK od B do u, i dwa razy AB od B do n; na un nakreśli półkole, będzie BE szukaną grubością węgaru. A dla niższego węgaru przenieść q't od B' do u, i dwa razy wziętę AB' od B' do n', na un' zakreśliwszy półkole, będzie E'B' szukaną grubością.

Model ten utrzymywał sklepienie póki się krawędzie nie stępiły, przy grubości węgaru wyższego 22 linii, a niższego 18 linii –

Drugi model Sklepienia Spadzistego.



Zrobiwszy te dziatania iak w poprzedzaiącym znaydzie się wartości dla małego Łuku iakoto:

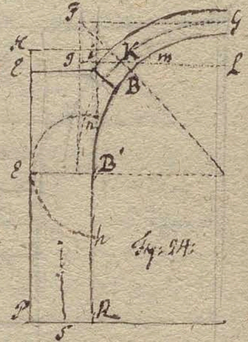
$p = hK \times AB = 30\frac{1}{2} \times 9 = 273$, więc $2p = 546$. że $d = 22\frac{2}{3}$ więc $2dp = 12376$; m oznaczaiące $MK \times AB$ będzie $= 9\frac{1}{6} \times 9 = 82\frac{1}{2}$; c które oznacza ik będąc $4\frac{2}{3}$, więc $2mc = 770$; $a = 174$; b które oznacza $TF \times AB$ będzie $= 31\frac{5}{6} \times 9 = 286\frac{1}{2}$; więc $\frac{b}{a} = 1,65$; $\frac{b^2}{a^2} = 2,71$. Wkładaiąc te wartości w Rów: $x = \sqrt{\left(2p + \frac{2p - 2mc}{a} + \frac{b^2}{a^2}\right)} - \frac{b}{a}$ wypadnie na grubość węgarów wyższego $x = 23,15$ linii.

Dla dużego zaś Łuku będzie: $p = 9^t \times AB = 25 \times 9 = 225$; więc $2p = 450$; d które oznacza IF będąc $60\frac{1}{6}$ będzie $2dp = 27075$. m oznaczaiące $M'K' \times A'B'$ będzie $= 25 \times 9$ co do $2m = 450$; c które oznacza ik będąc $20\frac{1}{2}$ więc $2mc = 9225$. Wysokość $a = 120$; b które oznacza $TF \times AB$ będzie $= 85\frac{1}{6} \times 9 =$ ~~7776~~ $766,5$ więc $\frac{b}{a} = 6,387$; $\frac{b^2}{a^2} = 40,8$. wkładaiąc te wartości w powyższe Równanie wypadnie $x = 18,9$ linii na grubość niższego węgarów. — zaś przez Form: $x = \sqrt{2p}$ wypadłoby $x = 23,37$ linii dla wyższego muru; a 21,22 dla niższego. — Doświadczenie daie 22 linii dla wyższego, a $19\frac{1}{2}$ dla niższego —

Wniosek. Z tych dwoch zastosowań stwierdzonych doświadczeniem wynika, że im łuk wsparty węgarem wyższym będzie mnieyszy w porownaniu z łukiem większym wspartym na węgarze niższym, tem parcie na węgar wyższy będzie większe. Zkąd się wnosi że kiedy idzie o podparcie muru, lepiey iest wyciągi spadziste zrobić podług linii wierzpokątnowy horyzontalney iak pochyłey; i że naykorzystnieyszy byłby przypadek robiąc tylko pół Łuku —

o Sklepieniach zmienney grubości

Sklepienia iednostayney grubości bardzo rzadko bywaią w używaniu, iako naymniey korzystnieyne przeciwnie zmienney grubości są pospolitemi.

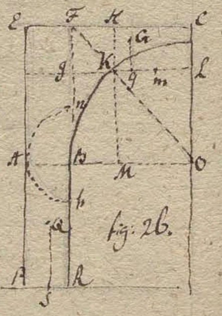


15te Zastosowanie. fig 24. tu Sklepienie iest iednostayney grubości, ale tylko do linii pionowey iako przedłużenia wewnętrzney strony murów — Wreszcie wszystkie wymiary modelu są iak w poprzed: Zastosowaniach 3tem o: kazanym na fig 12.

Układ ten da na wysokość węgaru $a =$ ~~128~~ $151,5$ zamiast 120.

ciśnienie siły oznaczone przez $mL \times AB = p =$ zawsze $217,98$; h które oznacza $EK = 8,86$; $2mc$ będzie iak wprzody $3899,69$; $b = tF \times AB = 36 \times 9 = 324$. wkładaiąc te wartości w Formułę $x = \sqrt{\left(2p + \frac{2pd - 2mc}{a} + \frac{b^2}{a^2}\right)} - \frac{b}{a}$ wyda $x = 17,934$ linii. zamiast $20\frac{7}{8}$ iak ~~doświadczenie~~ sklepienie do nasad ciągnące się wymagało. — przez wykreślenie znalazłoby się 20,88; gdyby to sklepienie dochodziło wolno w równey grubości aż do nasad wymagałoby przez wykreślenie $22\frac{9}{11}$ linii — co okazuie korzyść niniejszego układu.

Naymnieysza grubość murów na których się ten model mógł utrzymać była $19\frac{1}{2}$ linii —



16te Zastosowanie. Model łuku fig 26. iest tych samych wymiarow co poprzedzaiące ale ma czapkę poziomą prostą iak dla zrobienia podłogi w piętrze wyższem — Grubość Sklepienia iest 9 linii przy kluczu. Aby znaleźć mieysce gdzieby się zrobiło pęknięcie, lub naywiększe ciśnienie, potrzeba wzniosłszy z punktu B pionową BF aż do spotkania się z poziomą grzbietu, poprowadzić sieczną FO przecinaiącą prostopadle obwód Koła wewnętrzny w punkcie K, i przez ten punkt K poprowadź poziomą IKL i pionową HKM. —

tęcz CDKF będzie ta która sprawia parcie siłą oznaczoną przez KL które się

się znaydzie rowna 35,14; $c = Ik = FK = 18,85$; łuk obwodu koła KD o $40°\,36'$ będzie $= 38,28$; długość łuku $KB = 46,57$; Łuku $DKB = 84,85$; $d = KK = 22$; pionowa $KKM = 63$; $\underline{a}$ wysokość $= 183$ mm.

Powierzchnia części FKD iest $= 667,44$; teraz poniewaz obciązenie (ciężar) pach zlewa się na część Sklepienia nizszą, potrzeba od tego odciągnąć $\Delta\ FKK = \frac{18,86 \times 22}{2} = 207,46$; reszta 459,98 pomnozona przez KL a podzielona przez łuk KD to iest $\frac{459,98 \times 35,14}{38,28} = 422,24$ będzie ciśnieniem poziomem części wierzchnię Sklepienia—

Ciśnienie części nizszey wyrazone przez $\frac{FBKK \times Ik}{KB} = \frac{651,07 \times 18,86}{46,57} = 263,67$. Rożnica tych dwoch ciśnień będzie $158,57 = p$.

Węgary wzniesione aż do poziomu wierzchniey sklepienia Ec będą wyższe iak ramie drązka na ktory parcie wywiera swą siłę w punkcie $\underline{K}$. Ramie więc to drązka zamiast bydź wyrazone przez $a+d$ iak w przykładach poprzed:; będzie wyrazone przez $a-d$. oznaczaiąc przez $\underline{d}$ ich roznicę, w da $-\frac{2pd}{a}$ zamiast $+\frac{2pd}{a}$ w formule, czego wartość będzie $-\frac{317,14 \times 22}{183} = 38,12$.

ame ktore w zastosowaniach poprzed: oznaczało podwoyne ciśnienie pionowe klinca wierzchniego pomnozone przez swe ramie drązka, stanie się tu $= 0$. bo się znaydzie objęte w dodatku zrobionym do klin: ca srodnego. Formuła więc przemieni się na tę $x = \sqrt{(2p - \frac{2pd}{a} + \frac{b^2}{a^2}} - \frac{b}{a}$.

$\underline{b}$ oznacza zawsze ciśnienie pionowe połsklepienia i będzie $= \frac{111,05 \times 63}{84,85} = 824,94$. więc się znaydzie $x = 12,8$ linii.

Podług formuły $x = \sqrt{2p}$ byłoby $x = 17,8$; a doświadczenie wymagało na grubość węgarow naymniey 14 linii.

Aby znaleść tę grubość sposobem geom: przeniesie się Ik od $\underline{k}$ do $\underline{n}$; i nL od B do h; nimniey podwoy. na grubość Sklepienia cD od $\underline{B}$ do $\underline{n}$, na nich zatoczy połkole ktore przetnie linią OB przedłuzoną w pun: kcie A; co da na grubość Trzebana $BA = 17\frac{1}{4}$.

Inne rozwiązanie tego przykładu sposobem srodkow cięzkości służące za dowod poprzedzaiącemu

Sposob rozwięzywania przez Srodki Cięzkości służy iak się powiedziało Sklepieniom zmienney grubości.

Nayprzod się poszuka srodka cięz: dla części sklepienia wyzszey $FDCK$, i z tego srodka G spuści się pionową nieograniczoną; uwazaiąc potem punkt K za podporę poprowadzi się przez ten punkt prostą padłą Kg do tego kierunku, i drugą KK do kierunku Siły oznaczoney przez CF. To zrobiwszy uwazać mozna KKg za drązek złamany ktorego podstawek iest w K. na ktorego iedno ramie ciśnie Kg ciśnie cięzar klinca, a na drugie KK siła w końcu K. Tę siłę nazwawszy $\underline{p}$, a cięzar Q będzie:

$p : Q = kg : Kk$ więc $p = \frac{Q\,Kg}{KK}$.

Że Q oznacza powierzchnią części gorney Sklepienia rowną 667,44; $Kg = 8,34$; $KK = 22$. więc będzie $p = 252,93$; b iako powierzchnia połowy Sklepienia $= 111,05$. wkładaiąc te wartości w formułę $x = \sqrt{2p - \frac{2bc}{a} + \frac{b^2}{a^2}} - \frac{b}{a}$, nienawy wartości na $\underline{c}$ ktora oznacza odległość punktu B od pionowey spuszczoney ze srodka cięz: Połsklepienia $= 18,57$; $\underline{a}$ iako wysokość węgaru $= 183$. wypadnie $x = 11,74$. zamiast 11,8.

Przyznać trzeba że ten sposob ostatni iest prawdziwszy iuste iak poprzedzaiący, lecz znaydowanie srodkow cięz: i odległości ich kierunkow od punktow podpor K i B. utrudzaią go bardzo.

Że iednak więcey chodzi o stałość iak o rownowagę, lepiey iest trzymać się wypadkow pewnieyszych, dosyć więc będzie wziąść $\sqrt{}$ z podwoynego parcia, lub sposobem geometrycznym dochodzić wartości na x.

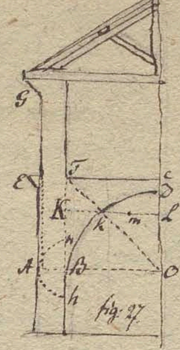
Naymnieysza grubość węgarow na ktorych się model mogł utrzymać swieżo wyięty była 14 linii.

17.e Zastosowanie. Formuły do Modelu fig: 27.— Tutey Sklepienie iest iak poprzedzaiące ale ma nad sobą piętorko z dachem— mury tego piętorka maią 100 linii wysokości i przyczyniaią się do utwierdzenia węgarow— Sposob nayprostszy tutay będzie przywieść te konstrukcye do powierzchni iedney materyi, i uwazać ie iako w przedłuzeniu węgarow, bo w modelu piętorko było zrobione z Gipsu ktorego cięzkość gat iest $\frac{3}{4}$ kamienia Conflans do Sklepienia użytego.— Dach na wierzchu wazy 12 uncyi

Nayprzod łatwo widzieć że wysokość 25 murow będąc $= 100'''$ nie może się uwazać tylko za $75'''$ dla mnieyszey cięzkości gat: co się tycze ciężkości wazącey 12 uncyi, przekonawszy się że 576 linii powierzchni kamienia Conflans tey samey grubości co model wazyły 5 uncyi, więc 12 uncyom odpowiada 1382 linii powierzchni; czego połowę 691 wypadnie dodadź do powierzchni ciśnien piono.

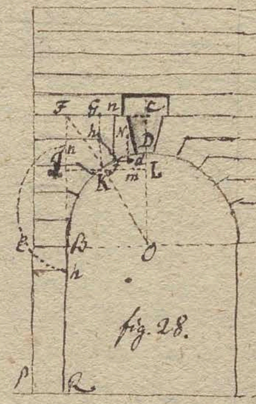
wych

wych wyrażonych przez b, w wyrazach $\frac{b}{a}$, $\frac{b^2}{a^2}$. Oznaczmy sobie te wyrazy przez $\frac{h}{a}$ i $\frac{h^2}{a^2}$ i formuła przemieni się w $x=\sqrt{(2p-\frac{2pd}{a}+\frac{h^2}{a^2})}-\frac{h}{a}$. Wysokość węgarków przez a wyrażona będzie w tym przypadku $=183+75=258$; p niezmieniający swey wartości więc $2p=265{,}86$. d które oznacza rożnicę wysokości węgaru od ramienia drążka będzie $=75$; h będzie $=750{,}69+691=1441{,}69$. więc wkładaiąc te wartości w form: wypadnie $x=9{,}15$ — Model tęż nie mogł utrzymać iak przy gruboś́ci 11 linii Zaś robiąc $x=\sqrt{2p}$ wypadnie 13 linii —



Dla sposobu przez wykreślenie, zrobiwszy działania iak się w Zastosowaniu 16 powiedziało, odeymie się od wypadku $17\frac{1}{4}$ linii, wartość $\frac{h}{a}$ to iest 5,58; reszta $11\frac{2}{3}$ będzie grubością szukana —

Dobrze iest uważyć że posunąwszy mur gorny o iedną linią wewnątrz pionowey BF, dosyć byłoby dadź 6 linii na grubość węgarów aby się sklepienie utrzymało w modelu, bo ten rodzay nadpionu powiększa odpor węgarów. Sposobu tego używali z dobrym skutkiem często budowniczowie Gocy; równie iako i wspierania początku sklepieniowych żył ogives na wrolestynowaniach encorbellemens. aby umniejszyć potrzeby nbrenia zbyt grubych murów lub węgarów —



18 Zastosowanie do modelu fig: 28. Model ten okazuie arkadę o 11 klińcach, z których 10 iest z uszami crossettes a iedynasty formuie klucz — Srednica iego iest 9 cali iak w przykładach poprzedzaiących —

Poprowadziwszy linie BF, FC, sieczną FO i poziomą IKL, uważaiąc ten model bez 5 rzędów czyli warstw kamieni na wierzchu sklepienia FC poziomy położonych, znaydzie się $KL=30{,}73$; $IK=23{,}27$; $OC=BF=78$. Łuk $KD=32{,}7$; Łuk $KB=52{,}15$; $KG=33{,}59$; a wysokość węgaru $=198$. Powierzchnia części sklepienia wierzchniego KFCD będzie $=1223{,}1$; od którey odciągnąwszy Δ FKG $=390{,}82$; reszta 832,28 pomnożona przez 30,73 bez a podzielona przez 32,7 wyda ciśnienie tey części $=782{,}44$.

Powierzchnia części spodniey sklepienia będzie 697,95, dodaiąc do niey Δ FKG wypadnie 1088,77 które mnożąc przez 23,27 a dzieląc przez 52,15 da na ciśnienie 485,82 —

Wyrażenie na p będące równe rożnicy tych ciśnień będzie $=296{,}62$; d które wyobraża KG iest będące $=33{,}59$ b które wystawia ciśnienie pod sklepienia $=\frac{1921\times 78}{85}=1762{,}8$. Wkładaiąc te wartości w Rownanie $x=\sqrt{(2p-\frac{2pd}{a}+\frac{b^2}{a^2})}-\frac{b}{a}$ wypadnie $x=15{,}01$. Zaś podług Form: $x=\sqrt{2p}$ wypada 23,91, Przez wykreślenie geometryczne wypada 19 linii — Doświadczenie wymagało nayinnieyszey grubości węgarów 16 linii.

Inne rozwiązanie sposobem srodków ciężkości.— Uważaiąc będziemy klińce N spoiony pół z kluczem i iako ieden zwornik robiący, którego powierzchnia będzie 791,79; znalazłszy srodek ciężkości tego zwornika, znaydzie się i odległość od punktu podpory f od pionowey spuszczoney z tegoż srodka ciężkości $=15{,}73$ Uważaiąc nfd iako drążek złamany, otrzymamy na wyrażenie ciśnienia które utrzymuie ten zwornik na spoienie nf, $\frac{791{,}79\times 15{,}73}{28{,}88}=431{,}26$; co iest wartością na p; — b wyraża powierzchnia połowy sklepienia $=1921{,}14$. — c wyraża odległość punktu od pionowey ze srodka ciąż: spuszczoney $=22{,}14$. więc $x=\sqrt{(862{,}52-429{,}23+94{,}09}-9{,}7=13{,}26$ zamiast 15 podług sposobu poprzedzaiącego.

Aby znaleźć grubość węgarów sposobem geometrycznym, przeniosłszy Ik od k do m, przeniesie się mL od B w h, i dwa razy grubość CD od B w n; potem na nh zakreśli się połkole które przetnie poziomą OB w punkcie E. I znaydzie się $BE=18\frac{3}{4}$ linii —

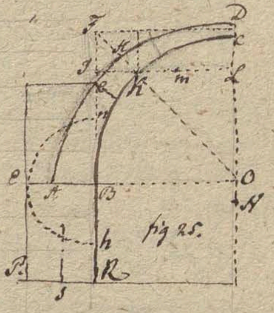
Jeżeli na tym sklepieniu do srodwagi GG wzniesionem ułoży się kilka warstew ciosu, ten murek zamiast powiększać parcie na węgary owszem zwiększy ich odpor, i wtedy mogłyby bydź cieńsze Trzy warstwy są dostateczne zniszczyć całe parcie; a dawszy 5 warstw można wyiąć klucz arkady i cios nad nim; co przekonywa że mury na arkadach wznoszone mniey rozpieranie zamiast powiększać, bo się formuie sklepienie naturalne przez wypuszczanie encorbellement, iak to fig: 28, fig 1 Tab 20, i 4a Tab. 69.—

Spoynosć

Spoistość zaprawy wap: powiększa ten skutek w stosunku iak kamienie są drobnieysze i one się w większey ilości znaydują, iak to widzieć można na Tab 10, co dowodzi z iaką siłą zaprawa wap: wiąże kamienie w murach dobrze zrobionych.

Przybór z uszami (crossettes) szczególniey przystoi wielkim Arkadom z kiosu, bo się lepiey wiąże z warstwami poziomemi, i zapobiega że zworniki ażeby nie mogą iako kliny, ich rozstaraniu się i zsuwaniu po ~~sobie~~ swych spoinach: lecz nie należy dawać uszom więcey długości nad połowę wysokości warstew z którenii się zworniki iednaią.—

19. Zastosowanie formuły. Fig: 25. Model sklepienia ma grzbiet zatoczony łukiem koła ale nie z tego środka co podniebienie, więc się zwiększa sklepienie od nasady ku kluczowi. Średnica iego iest 9 cali, grubość w kluczu 4 linie — przy środku pach $7\frac{1}{2}$ linii, a przy nasadzie $14\frac{1}{2}$. — Punkt N z którego się obtacza grzbietu zatoczyst. iest po niżey O z którego się zakreśla to wgiętość wewnętrzną o ⅙ część cięciwy AO; tak że DN = 68,5; KL = 38,18; Ik = 15,82; Łuk BK = KC = 42,43.; Powierzchnia części wyższey sklepienia KKDC = 258,75; części niższey BAKK = 486,5.



Podług więc tych wartościow mieć będziemy na wyrażenie parcia części wierzchniey $\frac{258,75 \times 38,18}{42,45} = 232,47$.

Brodeinka ABe przypuściwszy spoione z wsparem, nie pozostanie więc tylko część BeKK która powierzchnia 178 dać może odpór balancer parciu wierzchniemu: iego wyrażenie będzie $\frac{178 \times 15,82}{42,45} = 66,24$.

Rożnica tych dwóch liczmen 166,23 będzie = p; —— IB = LK = d = 38,18

m ciśnienie pionowe części wierzchniey będzie $= \frac{258,75 \times 15,82}{42,43} = 96,3$.—

c = 15,82, ~~za~~ ~~b~~ = 120 Wysokość wsparow = 120.; b oznacza ciśnienie pionowe połowy sklepienia iest oznaczone przez FB i iest $= \frac{745,26 \times 54}{84,85} = 473,48$. wkładaiąc te wartości w Formułę $x = \sqrt{\left(2p + \frac{2pd - 2mc}{a} + \frac{b^2}{a^2}\right)} - \frac{b}{a}$ wypadnie x = 16,74. Z doświadczenia naymnieysza grubość wsparu dadzbyto można $17\frac{1}{2}$ linii.

Aby znaleść grubość sposobem geom: zamiast brać podwoyne CD, trzeba przenieść podwoyne średnią grubość AK od B w h, i mL od B do n. wykreślić połkole na nh, i BB będzie szukaną grubością rowną $18\frac{1}{3}$ linii.—

Jeżeli mur iest przedłużony aż do e gdzie ściana wewnętrzna tego przecina czaszkę sklepienia, wysokość tego muru będzie 151,5 = a zamiast 120. więc rożnica b zamiast bydź rowną $\frac{745,26 \times 54}{85}$ będzie się tylko rowna: $\frac{436,75 \times 54}{85} = 277,46$; d wyrażone przez Ie będzie = 6,5. Wszystkie inne wartości zostaną te same co w przykładzie poprzedzaiącym, i rownanie przemieni się na $x = \sqrt{232,46 - 5,71 + 4} - 2 = 16,21$.

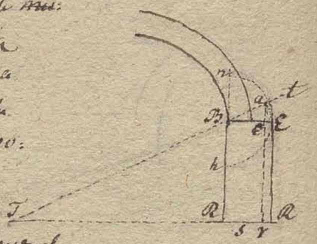
Sposobem przez środki ciężkości znalazłoby się 15,84; a doświadczeniem $16\frac{1}{4}$.—

Uwagi.

Poniewaz odpor murow podsklepiennych dla sklepień beczułkowych nie wzrasta w stosunku długości, bo w tym samym stosunku i parcie ich się zwiększa, profil więc wynaleziony raz może służyć tak dla długiego iak krótkiego sklepienia. O tey prawdzie tem się przekonywamy że podzieliwszy go płaszczyznami pionowemi rownoległemi a razem prostopadłemi do iego kierunku na nieskończenie wiele części CDE. fig 30 Tab 91. dla każdey z tych części znaydzie się taż sama grubość wsparu tak że wszystkie te wspary z sobą połączone utworzą mur iednostayney grubości.

Można więc powiedzieć że znaleziona raz grubość muru dla profilu sklepienia, może służyć dla tegoż sklepienia przedłużonego nieskończenie, w przypuszczeniu że dwa mury na których iest sprzężone są wolne to iest odosobnione i nie są w końcach zakończone poprzecznemi lub gdziekolwiek w środku niemi związane.—

Jeżeli Sklepienie beczułkowe iest w końcach przecięte murami tak zwanemi szczytowemi piguaiest widoczna że im te mury będą bliżey siebie, tem więcey będą umocnione dwa inne na których te Sklepienia wspieraią przeciw ich parciu; (: zob o murach § 135.) te można zastosować prawidło podane dla murow ograniczaiących przestrzeń; to iest przeniosłszy długość iednego z murow na które sklepienie spada od RT, i poprowadziwszy linią TB i przedłużywszy ią, ieżeli się znalezioną grubość podług formuł poprzedzaiących lub wykreślenie geometryczne BE przeniesie od B do a, i z punktu a spuści pionową ar, grubość Be będzie szukaną dla Sklepienia ograniczonego dwiema murami szczytowemi w odległości TR stoiącemi.



Jeżeli się znayduią otwory w murach potrzeba do ich długości dodać podwoyną szerokość tych otworow, rownie iak i otworow w murach szczytowych.

Fig. 11. Tab: 89. okazuie że gdy mury nie są dosyć silne odeprzeć parcie Sklepien, te się rozterają od spodu pod kluczem, a sporą w pachach. zkąd wynikło żeby można temu zapobiedz w sklepieniach z ciosowego kamienia, spaiaiąc klamrami <u>cramponnes</u> kliñce pod kluczem od spodu a z wierzchu będące w połowie pach. Sposob ten byłby lepszym niżeli łańcuchy <u>chaines</u> lub ankry żelazne <u>tirant</u> które się zwykło na czasach sklepien umieszczać, bo te ankry nie mogą zapobiedz ażeby się dołem ~~mury~~ sklepienia nie rozwodziły i ~~ich~~ krawędzie się nie odkruszały zwornikowe.

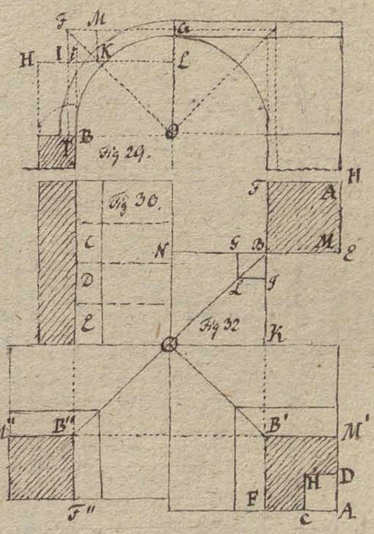
Sklepienia przy nasadach czyli widełagach łańcuchami wiązane lubo skuteczniey się utwierdzaią, nie zapezpieczaią się iednak przez to aby będąc iednostayney zwłaszcza grubości nie pękały i nie spadały będąc cienkie, bo takie łańcuchy nie są w stanie zapobiedz wdymaniu się Sklepien w pachach, na podobieństwo pręta wygiętego w półkole utwierdzonego w końcach a w środku obciążanego. Naykorzystnieysze położenie dla łańcucha poziomego byłoby prowadzić go przez punkt K aby wprost rozpieraniu Sklepienia w tem mieyscu zgromadzonemu był na przeszkodzie.

o Rozpieraniu Sklepień złożonych.

P. Frezier mowiąc o parciu Sklepien tego rodzaiu, proponuie dla znalezienia gruboſci węgarów, ſzukać zwyczaynym sposobem gruboſci iaką by należało dać każdey części Sklepie: nia beczułkowego BH. BK fig 32 Tab: 91. i tak przenosząc od B do E gruboſć odpowiednią sklepieniu Kolebkowatemu BH; a od B do F odpowiadaiącą Sklepieniu BK. Filar BEKF powi: nienby mocz dadz odpor ciśnieniu czwartey części Sklepienia OKBH.

Przez ten sposob działaiąc znalazłoby się że aby utrzymać iedno przęsło travée Sklepie: nia Krzyżowego o 9 calach srzednicy nie potrzeba było tylko 21 linii w każdą stronę dadz na gruboſć węgarów przy 10 calowych wysokoſci; iednakowoż doſwiadczenie przekonało że po: dobne ſklepienie zaledwo iest w stanie utrzymać się na węgarach 44 linii w kwadrat ma: iących — Nie zwrocił na to baczności że w tym rodzaiu Sklepień część cisnąca, czyli rozpieraiąca iest 6 razy większa, iak odpór daiąca (: gdy w Sklep: kolebkowatych te dwie części są ro: wne:); co sprawia parcie 4 razy większe —

Sklepienia krzyżowe.



20 Zastos: do modelu Sklepienia Krzyżowego.

Model miał 9 cali średnicy, gruboſci sklepienia 9 linii iednostayna, na 4 filarach każden 10 cali wysokich —

Sklepienie iest utworzone z dwoch oblic (kolebek) berceaux połkolistych tey-że ſrednicy krzyżuiących się pod kątem prostym iak fig: 32 wystawia. Cztery części Sklepienia będąc podobne, dosyć iest szukać parcia iedney z nich na odpowiadaiący filar.

Zrobiwszy zwyczaynym sposobem profil fig: 29, nakreśliwszy obwod ſredni IKG, poprowadziwszy dwie styczne FT. FG, sieczną FO, poziomą IKL, wzniesie się pionowa Bi, i przenieś się na florys fig: 32 linią KL od N do G i od K do I.

W przystosowaniach poprzedzaiących nie mieliśmy potrzeby brać w uwagę tylko powierzchnia profilu, które są stałecznie też ſame w całey długoſci. Lecz w ſklepieniu o którym mowa to składaiące się z części tróykątnych których profil zmienia się przy każdym punkcie, będziemy przymuszeni działać ſześciennie zamiast w mierze płaskiey, i zamiast li: niy brać powierzchnie. I tak uważaiąc tylko część Δtną KBO, summa ciśnień poziomych części wierzchniey tey części sklepienia oznaczoney w profilu przez KL, będzie wy: rażona w florysie przez trapez KILO. — Summa ciśnień części niższey wyrażona w profilu przez iK, będzie wyrażona w florysie przez Δ BIL.

Pchnięcie będzie wyrażone przez różnicę powierzchni trapezu i tróykąta pomnożoną przez gruboſć Sklepienia. I tak ponieważ KB i KO florysu = 54, Powierzchnia tróykąta KBO będzie 54 x 27 = 1458. Ponieważ część BK florysu = IL, a BI = iK profilu = $12\frac{9}{14}$; powierzchnia tróykąta BIL która oznacza summę ciśnień poziomych części niższey będzie $12\frac{9}{14} \times 6\frac{9}{28}$, co da $79\frac{13}{14}$ —

Otrzyma się powierzchnia trapezu KILO odciągaiąc Δ BIL od Δ BKO to iest $79\frac{13}{14}$ od 1458; reszta $1378\frac{1}{14}$ będzie wystawiać ciśnienie poziome części wierzchniey; odeymuiąc potem $79\frac{13}{14}$ od $1378\frac{1}{14}$ reszta $1298\frac{1}{7}$ będzie wyrażeniem parcia, którego się dowie wartoſci mnożąc $1298\frac{1}{7} \times 9$, co da $11683\frac{2}{7}$ na wartość p w Formule $x = \sqrt{2p + \frac{2pd - mc}{a} + \frac{b^2}{a^2}} - \frac{b}{a}$. Oznaczaiąc zawsze wysokoſć przez a a TI profilu przez d. Ramię drążka odpowiadaiącego parciu będzie iak wyżey $a + d$, a tego wyrażenie algeb: $pa + pd$. —

Filar

Filar zaś odpor temu ciśnieniu swoią bryłą pomnożoną przez iey ramię drążka.–

Jeżeli przedłużemy linię KB i OB trójkąta BKO który oznacza rzut części sklepienia dla którey działać będziemy, da się widzieć w podstawie filaru przedział którego odpor dawał iey parcia oytałby wyrażona przez Δ BKF prostokątny i równoramienny isoscele; zatem nazwawszy iego bok BF przez x powierzchnia tego Δ będzie wyrażona przez $\frac{x^2}{2}$; wysokość filaru a, więc iego bryłość będzie $\frac{ax^2}{2}$.

Ramię drążka tego filaru będzie odległością pomiędzy prostopadłą spuszczoną z iego środka bryłości a linią KF $= \frac{x}{3}$; co da na wyrażenie odporu filaru $\frac{ax^3}{6}$.

Temu odporowi w pomoc idą ciśnienia pionowe każdey części sklepienia $\times$ przez swe ramiona drążka.

Odpor części sklepienia wyższey będzie wyrażony przez iey bryłość pomnożoną przez pionową KM, a podzieloną przez łuk przodkowy KG.

Bryłość tey części będzie = powierzchni średniey oznaczoney przez łuk KG $\times$ przez grubość sklepienia.

Aby mieć powierzchnią średnią, pomnoży się łuk KG mniey KM przez długość GO wziętą w planie (iak to dowodzi P. Mauduit w swych Początkach Geometryi.). Że obwód łuku KG $= 46$; KM $= 17\frac{1}{7}$ więc będziemy mieli KG $-$ KM $= 28\frac{6}{7}$; ponieważ GO $= 54$ więc średnia powierzchnia będzie $= 28\frac{6}{7} \times 54 = 1558$. Tę mnożąc przez 9 (grubość sklepienia) wypadnie na bryłość części wierzchniey $14024\frac{4}{7}$.

Bryłość tę mnożąc przez KM $= 17\frac{1}{7}$, a dzieląc przez KG $= 46$, otrzyma się $5226\frac{3}{4}$ na wartość ciśnienia pionowego tey części sklepienia która w formule przez m się oznaczyło; iego ramię drążka będzie $iK + iA$. Ponieważ iK oznaczone iest przez c, iA przez x więc iego wyrażenie będzie $mx \times mc$.

Ciśnienie pionowe części niższey będzie wyrażone przez iey bryłość pomnożoną przez TI, a podzieloną przez obwód łuku TK.

Znaydzie się bryłość mnożąc powierzchnię pośrednią przez grubość sklepienia. Ta powierzchnia równa się łukowi TK $-$ TI $\times$ GO, to iest $46 - 41\frac{5}{14} \times 54 = 540\frac{5}{7}$; zaś $540\frac{5}{7} \times 9$ da bryłość części niższey sklepienia $= 2256\frac{3}{7}$. Tę bryłość mnożąc przez TI a dzieląc przez łuk TK wypadnie $\frac{2256\frac{3}{7} \times 41\frac{5}{14}}{46} =$ $= 2028\frac{2}{3}$ na wartość ciśnienia pionowego tey części sklepienia, wyrażoną w formule przez n.– Że to ciśnienie działa na punkt B więc ma za ramię BF $= x$, i iego wyrażenie będzie nx.

Zebrawszy wszystkie te wartości algebr: uformuie się Równanie:

$pa + pd = \frac{ax^3}{6} + mx + mc + nx$; robiąc $m+n$ mnożąc x przez b, będzie $pa + pd = \frac{ax^3}{6} + bx + mc$.

czyli $6p + \frac{6pd - 6mc}{a} = x^3 + \frac{6bx}{a}$. równanie trzeciego stopnia w którym brakuie drugiego terminu.

Aby przyiść do rozwiązania tego równania łatwiey poszukaymy naprzód wartości na $pd + \frac{6pd - 6mc}{a}$, i na $\frac{6b}{a}$.

Ponieważ $p = 11683\frac{2}{3}$, $d = 41\frac{5}{14}$; $m = 5226\frac{3}{4}$; będzie $6mc = 537593\frac{1}{7}$ więc $\frac{6pd - 6mc}{a}$ będzie równe $19679\frac{5}{12}$; a $6p + \frac{6pd - 6mc}{a} = 89779\frac{1}{7}$ co nazwiemy przez g.

$b = m + n$ i będzie $5226\frac{3}{4} + 2038\frac{2}{3} = 7255\frac{2}{3}$; $\frac{6b}{a} = \frac{43534}{120} = 362\frac{3}{4}$ co nazwiemy przez f.

Powyższe więc Równanie przemieni się na to $g = x^3 + fx$. co rozwiążemy za pomocą formuły następuiącey wyięgniętey z Elementów Algebry Bossuta (Art: 235 Karta 213. Edycyi 1776:).

$x = \sqrt[3]{\frac{g}{2} + \sqrt[2]{\frac{gg}{4} + \frac{f^3}{27}}} + \sqrt[3]{\frac{g}{2} - \sqrt[2]{\frac{gg}{4} + \frac{f^3}{27}}}$ wkładaiąc Wartości wypadnie.

$x = \sqrt[3]{44889\frac{4}{7} + \sqrt[2]{2015073623 + 1767902}} + \sqrt[3]{44889\frac{4}{7} - \sqrt[2]{2015073623 + 1767902}} = \sqrt[3]{44889\frac{4}{7} + 44909\frac{2}{7}} +$ $+ \sqrt[3]{44889\frac{4}{7} - 44909\frac{2}{7}} = 44\frac{3}{4} - 2\frac{3}{4} = 42$ na długość BF iedney z stron czyli ścian filaru trójkątnego BAF; drugą FA znaydzie się przez przedłużenie przekątni czyli linii krzyżowey OB. byłby filarz odpowiadaiący części sklepienia BNO. oznaczy się prowadząc z punktów B i A równoległe BE i EA do FA i FB.–

Te dwa trójkąty utworzą podstawę $\square^{ta}$ którey każden bok będzie 42 linii odpowiadaiący ćwierci sklepienia KBNO; zatem dla utrzymania parcia całego sklepienia trzeba będzie 4 filarów maiących po 42 linii szerokości i długości.

Wypadek ten zgadza się dosyć z doświadczeniem; bo model zaledwo się mógł utrzymać na filarach $43\frac{1}{2}$ linii grubych.–

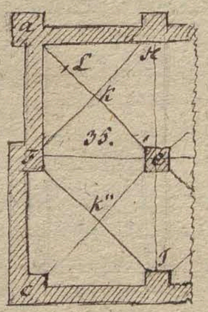
Chcąc

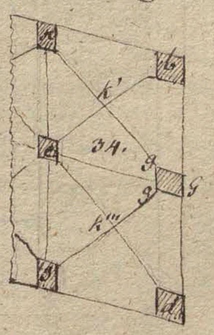
Chcąc zrobić Zastosowanie to za pomocą Środków liczbowych, znaydzie się odległość hg pionowey spuszczoney ze środka ciężk: części wierzchniey Sklepienia do punktu podpory h równa 23,28. a gh = 24,84. co da wartość $p = \frac{14024,57 \times 23,28}{24,84} = 13143,8$; d iako oznaczaiące os iest = 63.
Zamiast mc które oznaczało ciśnienie poziome części wierzchniey Sklepienia w zastosowaniu poprzedzaiącem, tutay będzie ciężar dwoch części Sklepienia wyrażony przez ich bryłość =16281 który oznaczamy przez b; a oznaczaiąc przez c odległość mA środka ciężk: tych dwoch części Sklepienia, będzie $bc = 16281 \times 24,75 = 402954,75$; a $bbc = 2417728,5$ co da $bp + \frac{bpd - bbc}{a} = 78862,8 + \frac{4968356,4 - 2417728,5}{120} = 100118 = g$; $\frac{bb}{a} = 814 = f$. wkładaiąc te wartości w równanie $x = \sqrt[3]{\left(\frac{g}{2} + \sqrt{\frac{gg}{4} + \frac{f^3}{27}}\right)} + \sqrt[3]{\left(\frac{g}{2} - \sqrt{\frac{gg}{4} + \frac{f^3}{27}}\right)}$ wypadnie $x = 46,46 - 5,93 = 40,53$ zamiast 42 podług zastosowania poprzedzaiącego.–

Sposob geometryczny nie mogłby mieć mieysca dla tego rodzaiu Sklepienia, można iednak robić BF i BA dwa razy tak wielkie, iak by się znalazło i dla sklepień beczkowych tegoż rodzaiu formy i wymiarow.– (Podług trzeciego Zastos: dla tych wymiarow Sklepienia znalazło się $x = 21\frac{3}{4}$) więc było wypadło im dadz po $43\frac{1}{2}$ linii, co zgodne z doświadczeniem.

Przypuszcza się w tych Zastosowaniach że części sklepienia formuiące lunety nie ciągną się w grubość filarow. Jeżeli się ciągną, ponieważ ich ciężar powiększa odpor filarow, dosyć będzie dać ścianom B'F', B'M' grubość iaka przystoi częściom sklepienia im odpowiadaiącą iak FC, DM; to iest że można zaniedbać supprimer część CHDA, czyli co iedno da się ścianom B''F''; B''M'' filaru kwadratowego $1\frac{3}{4}$ znaleziona grubość dla części błony czyli koleby berceau odpowiadaiących, iak to doświadczenie stwierdza.
Łatwo iest widzieć że gdyby Obrys Sklepienia był podłużny lub skośny, filar kątowy także byłby podłużny lub skośny, i że gdyby czterybolu przestrzeni były nierowne, potrzeba by powtorzyć działanie dla każdego filaru osobno.

Kiedy Sklepienia krzyżowe wspieraią się na kilku rzędach filarow wpoprzek i wpodłuż iak te wyż: fig: 33 i 34 wystawia, tylko filary narożne wymagałyby takiey grubości; bo pośrednie tylko znoszą obciążenie i swoy ciężar maiąc nie zaś parcie (: bo się to obustronnie niszczy:) do tego ciężaru i obciążenia mieć winny grubość zastosowaną.– iak to dowodzi przykład Kościoła de Toussaint d'Angers. fig: 1.2. Tab: 78. Lecz trzeba uważać że mury które ograniczaią tego Sklepienie są zbyt grube iak tego iego parcie wymagało.





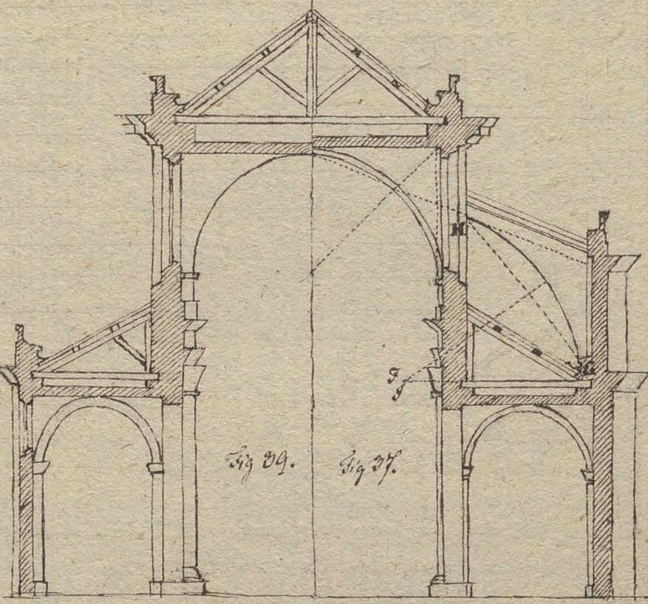
W dobrey Konstrukcyi lepiey o to starać się trzeba, ażeby powierzchnia podpor zapewniała im iednakową stałość bo słabszy punkt podpory uległszy mogłby za sobą pociągnąć zwalenie się sklepienia pomimo innych.– Sposob praktyczny naykatwieyszy i naylepiey pogadzaiący teoryę z doświadczeniem iest następuiący: Niech będzie abcd przestrzenia maiącą być pokrytą Sklepieniem krzyżowym z filarem iednym e w środku; podzieliwszy każdy bok przestrzeni na 2 rowne części, poprowadzą się linie HI, FG krzyżuiące się w środku e, i przekątnie ae, eb ec, ed. rownie iak HF, HG, IF, IG. krzyżuiące się z przekątniami w k. k', k'' k'''. Ustanowiwszy wysokość iaką mieć maią filary aż do podwaliny widerlagow czyli początkowo Sklepienia, weź tey wysokości połowę i przenieś ią od k do L, i podziel eL na 12 części, iedna takowa część będzie połową przekątni filaru od e do punktu 1.– Jeżeli figura przestrzeni iest kwadratem wszystkie inne połowy przekątniow tego filaru będą miały także po iedney takowey części, i Obrys iego będzie kwadratem. Jeżeli przestrzeń formuie figurę regularną iak kwadrat prostokąt rownoległobok wszystkie inne filary będą mu rowne,
ieżeli.

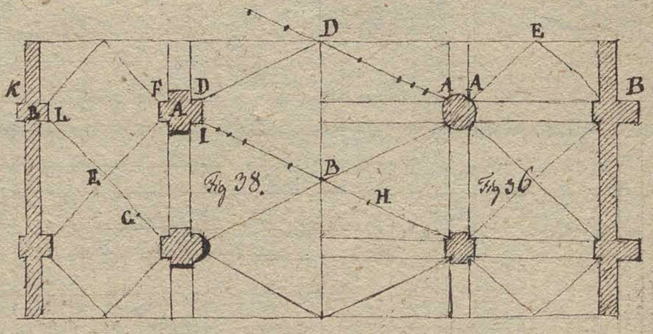
ieżeli nieregularna, potrzeba dla każdego tym samym sposobem szukać wielkości przekątni. –

Dla filarow posrednich K F I G. skoro znalezione zostały przekątnie połfilarow przedłuży się ie zewnątrz o podwoyny wystok wewnętrz tak aby razem formowały filary ktoreby grubość rowniała się połtora razo większey szerokości. To działanie nada filarom kątowym powierzchnią podstawy $1\frac{1}{2}$ raza większą, co ie postawi w możności dania odporu naywiększemu ciśnieniu rozpieraiącemu iakie maią znosić. –

Jeżeli przestrzeń do zasklepienia ma bydź podzielona na 3 części travée z ktorych srednia bydź ma szersza i wyższa iak poboczne, iak w większey liczbie naszych kościołow można oznaczyć podstawy punktow podpor czyli filarow dwoma sposobami. Nayużywańszy sposob od budowniczych gotyckich przyięty zawisł na dawaniu takiey powierzchni podstawom podpor wewnętrznych iaka iest potrzebna aby znosić tylko mogły ciężar maiący na nich spoczywać, i zlewaiąc parcia wszelkie na filary zewnętrzne za pomocą szkarpow to iest zastrzałow murowanych arcs-butans, i daiąc tymże filarom grubość mogącą otrzymywać takowe parcia. –

Sposob naytatwieyszy iaki by można wyprowadzić z prawideł teoryi dla tego pierwszego przypadku mogłby bydź ten: Zrobiwszy plan dwoch poł sklepień, demi-travées opadaiących na ieden i tenże sam filar fig 36. weź w summę dwie połprzekątnie AD i AE, i do połowy tey ich summy dodaj połowę wolney wysokości filaru, i dwunastą częścią tego iako promieniem zakreśl koło, to koło będzie szukaną podstawą filaru lub kolumny. Jeżeli filar nie ma bydź okrągły ale czworoboczny opisz kwadrat na wykreślonym kole, lub iaką inną figurę gdyby miał bydź wieloboczny przez to się zwiększy powierzchnia iego podstawy, wprawdzie, ale się i moc powiększy. –





Dla słupa zewnętrznego czyli podpory B wykreśli się prostokąt maiący za szerokość bok kwadratu wpisanego w koło, poprzedzaiące, a na długość dwa razy większą.

Nad dachami postroń bas-cotés założą się łuki wsporne arcs-boutant, ktorych filary postawią się nad filarami spodniemi z ustępem wewnątrz o ⅙ części, to iest w tył ie cofaiąc o ⅙ części od powierzchni zewnętrzney filaru spodniego, a o tyleż w nadmiar poza wewnętrzną. Linia wierzchołkowa czyli styczna do tego łuku wspornego ktora być winna z iednego łuku koła zgiętą, oznaczoną zostanie przez cięciwę łuku części wierzchniey sklepienia przedłużonego nieskończenie. Aby mieć iey srodek poprowadzi się cięciwę GH fig 37 i w srodku iey wyprowadzi 1-nę ktora przetnie poziomą GF w punkcie I szukanym.

Można powiązać te łuki wsporne innemi w odwrot mogącemi mieć na sobie platformę lub trotoir z poręczą dla obeyscia budowli w koło, i formuiącemi zewnątrz attyk dla zakrycia łukow wspornych. –

Dla

Dla drugiego przypadku, szukać się będzie podstawy filaru mogącey znieść ciśnienie wielkiego Sklepienia Nawy środkowey, biorąc na wysokość Filaru część iego nad sklepieniem postron bascotes aż do początku sklepienia środniego, Fig 39. Przeniesie się połowę tey wysokości od B do H na plan fig: 38. Podzieliwszy potem BH na 12 równych części, przeniesie się iedną z nich od I do A, a 2 od A do F, prostokąt zrobiony na przekątni FI oznaczy powierzchnią filaru wewnętrznego do którego się pomnydaią wyskoki z prawey i lewey strony dla podparcia opadów łuków arcs czyli arkad przez które się przechodzi do postroni. Długość FD podzieli się na 6 równych części z których dwie na wyskok pilastra lub półkolumny wewnętrzney się dadzą na który się sprofiluie belkowanie, trzy części na grubość muru a iedną część na pilastrę ze strony nawy postronnych których przedłużenie uformuie podporę contre-fort po nad postroniami.

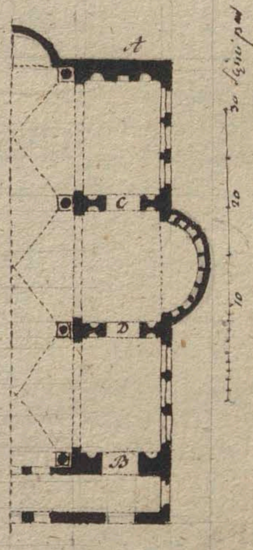
Dla filaru piedroit zewnętrznego B przeniesie się iak się powiedziało połowę wysokości aż do początku sklepienia od E do G, i $\frac{1}{12}$ część z BG od B do L; nakoniec $\frac{2}{12}$ od B do K, prostokąt zrobiony na przekątni KL oznaczy powierzchnią filaru; pomnydaią się iak dla filaru z czoła, wyskoki dla opadów arkad lub okien vitraux iak fig 38 wystawia.

Jeżeli przestwory pomiędzy filarami maią być wypełnione murem pełnym, można ie w tył cofać ażeby węgary formowały przymurki wewnątrz Dosrents iak iuż fig: 33, gdzie wyskok ef równa się połowie czoła he, mur taki winien mieć grubość równą he; lecz ieżeli mur ma być wysunięty równo z czołem filarów dosyć będzie dać im $\frac{2}{3}$ części tey grubości, tak aby filary tworzyły skarpy contreforts zewnątrz: wreszcie według ciśnienia parcia można działać dla murów skarpowych i skarp, iak się mówiąc o murach terassowych wyłtomaczyło —

o Sklepieniach Krzyżowych starożytnych.

To co nam pozostało z budowli wielkich stawianych przez dawnych Rzymian przekonywa nas że mieli przezorność wspierać opad sklepień krzyżowych kolumnami umieszczanemi po przed murami aby powiększyć ich odpor właśnie w mieyscach gdzie się naywiększe ciśnienia wywieraią. Użycie takich kolumn ieszcze tę korzyść przynosiło że średnice sklepień się przez nie skracały a razem wynikało z tąd przyozdobienia rodzay szlachetny i pożyteczny. Tego pięknego układu przykłady mamy w wielkich salach Termów, iakiemi są[iest] Łazienki Dyoklecyana w Rzymie teraz stanowiące dzisiay Kościoł des Chartreux. — w szczątkach Termów Karakalli i Świątyni Pokoiu i innych podług tych wzorów wystawionych częściach budowli. —

Sklepienia Świątyni Pokoiu.



Rozstrząsaiąc piękny układ budowli znaney pod nazwiskiem Świątyni Pokoiu, którey połowę fig: pob: wystawia nie można nie dziwić się nad sposobem korzystnym w iaki punkta podporne są rozłożone dla odparcia parcia ogromnych Sklepień które pokrywały tę budowlę. Sklepienie części środkowey maiące $77\frac{2}{3}$ stop par: szerokości a 239 stop $7\frac{3}{4}$ cali długości na 3 przęsła sklepień krzyżowych podzielone wspierało się przy opadach na 8 kolumnach marmurowych 5 stop $8\frac{2}{3}$ cali grubych, umieszczone one były po przed murami przez co sprzęg sklepień o 10 stop $6\frac{1}{3}$ cali uszczuplały to iest średnicę ich o tyle skracały wewnętrzną. —

Części przyboczne z każdey strony są pozasklepiane beczułkowo, szerokość sklepień iest tu $51\frac{1}{2}$ stop. Mury przedzielaiące każdą ubocz maią $10\frac{1}{3}$ stop grubości; mury końcowe znaczone lit: A.B. $14\frac{1}{2}$ stop par: grube. —

Stosuiąc do tych Sklepień formułę $x=\sqrt{(2p+\frac{2pd-2mc}{a}+\frac{b^2}{a^2})}-\frac{b}{a}$ znalazł Rondelet że wymagały murów 10 stop grubych aby były zdolne dadź[im] odpór parciu zamiast $10\frac{1}{3}$ stop iak[ie] maią te mury które ie przedzielaią, i zamiast $14\frac{1}{2}$ iak maią mury końcowe: widzimy więc że te mury nie maią tylko takią grubość

grubość iaki przystawało dla tego rodzaiu budowli, nie licząc ciśnień iakie iescze znosić miały od wielkiego Sklepienia środkowego. Jednakowoż ponieważ te ostatnie ciśnienia działaią w kierunku długości tych murów, nabywaiąc przez ciężar części wielkiego Sklepienia które utrzymuią odporu daleko większego niżeli ciśnienie parcia; bo znaydujemy przez formułę Sklepień krzyżowych za długość murów pośrednich C, D 6,18 metrow przy takiey grubości iaką maią, gdy tymczasem ich długość iest 16,59 metrow; a dla murów zewnętrznych 8,69 metr. na długość to iest nieco mniey od połowy tego co maią. — Uważać trzeba że te Sklepienia nie były związane żadnemi tramkami, ani ankrami żelaznemi, i że się utrzymywały mocą samego odporu kolumn i murów. Prawda iest że te Sklepienia będąc zrobione z drelu *en blocage* i cegły na wyborną zaprawę wapna przez czas takiey nabyły mocy iaki gdyby były z iedney sztuki zrobione, lecz było potrzeba wieków ażeby nabyły tego stopnia mocy *solidité*, i murów zaraz z początku dosyć silnych aby pierwszym skutkom rozpierania odpór dały.

o Sklepieniach krzyżowych gotyckich.

Naylepiey sprzyiaiąca wygiętość Sklepieniom krzyżowym iest iaką im robili gotowie, bo część w nich naybardziey rozpierać mogąca iest uchyloną. Znaydujemy że w tego rodzaiu Sklepieniach moc rozpieraiąca nie iest tylko $\frac{3}{7}$ tey iaka iest w Sklepieniach pełnego cyrkla tey samey średnicy grubości, wysokości filarów i kształtu grzbietu, i że dosyć iest dawać ich punktom podporowym tylko $\frac{3}{4}$ części na grubość iak dla Sklepień pełnego cyrkla tego samego kształtu i wymiarów.

W naywiększey liczbie kościołów gotyckich i teraźnieyszych stawianych w arkady i przykrytych Sklepieniami krzyżowemi grubość filarów *pilier* iest między $\frac{1}{6}$ a $\frac{1}{4}$ częścią szerokości Postron *bas-cotes*, a grubość murów zewnętrznych między $\frac{1}{3}$ i $\frac{1}{4}$ częścią szerokości Nawy środkowey, która zwykle bywa dwa razy szersza od postron.

W kościele N. Panny w Parmie słupce *piliers* okrągłe które utrzymuią środek sklepień w podwoynych Postroniach maią na średnicę $\frac{1}{9}$ część szerokości która dzielą na dwoie w przestrzeni pomiędzy kolumnami. Te które przedzielaią Nawę środkową nie maią tylko $\frac{1}{10}$ część iey szerokości na grubość; lecz mury kaplic które są wzdłuż przeciwległe ciśnieniu Sklepień nadgradzaią to czego nie maią kolumny lub słupce *pilier* okrągłym iak w innych tego rodzaiu budowlach.

W kościele Katedralnym Medyolańskim, w którym Postronia podwoyne są bardzo wysokie średnica słupów tworzących pęki o 8 kolumnach iest $\frac{1}{3}$ częścią ich odległości od środka do środka biorąc, a $\frac{1}{6}$ częścią szerokości wielkiey nawy. Lecz mury obwodowe biorąc ie razem z półsłupami i szkarpami nie maią tylko $\frac{1}{3}$ szerokości nawy średniey; gdy tym czasem u N. Panny w Parmie mury kaplic maią grubość większą iak połowa szerokości wielkiey nawy.

W Kościele katedralnym we Florencyi (Sta Maria dei Fiori) słupy które oddzielaią wielką Nawę od postron są nadzwyczay oddalane od siebie i mury zewnętrzne są bardzo cienkie. Grubość ich wyrównywaiąca tylko $\frac{1}{7}$ części szerokości Nawy nie byłaby dostateczną wstrzymaniu parcia sklepień krzyżowych które są bardzo wysokie, gdyby nie podwoyne ankry żelazne przechodzące w poprzek nawy środkowey między przeciwległemi słupcami ich nie wiązały, i gdyby nie mocne okucia uzbroienia drewniane *armatures de charpente* umieszczone nad sklepieniami postron i zastrzały czyli łuki wsporne z kamienia także, których się iednak nie postrzega zewnątrz.

Uważaliśmy iuż że sklepienia krzyżowe gotyckie nie są tak iak sklepienia regularne wypadkiem części sklepień czołowatych czyli beczułkowych *berceau* krzyżuiących się; iest to skład łuków *arcs* czyli obłąków wielu, pomiędzy któremi przestwory są wypełnione murowaniem lekkiem, utrzymuiącem ie między sobą i tworzącem wraz z niemi całość regularną. — Że środek lunett nie tworzy między linii prostey, ~~ale~~ horyzontalney, ale krzywą, ztąd też idzie że nie całe ciśnienie zlewa się na słupce pionowo, ale w części pada i na mury pośrednie.; dla tego więc te Sklepienia z względu swey lekkości i mocy są korzystnieysze iak Sklepienia regularne. —

To mnóstwo łuków wspornych *arcs-boutants* w które w większey części Sklepienia gotyckie są oparte zewnątrz, iest czasem zbytecznem, iak tego nie biorąc w pomoc Teoryi dowodzi wiele budowli

tego

tego rodzaiu gdzie ich dawać uniknięto pomimo daleko większey wyniosłości Sklepień w Newach iak w Zwyczaynych Kościołach maią ie. Newy wielkie nad bocźni postroniami.—

W Kościołach naszych teraźnieyszych nayczęściey lunetty wpadaiące w głowne Sklepienie są węższe od niego, azeby uniknąć zrobienia ich wzniosłemi surhaussées do rożnych udawano się wybiegow.

Jedni przestrzegaiąc aby nasady dla nich czyli początki naissances zasklepiania były w rowney wysokości z nasadą Sklepienia głownego tworzyli lunetty spotykaiące go poniżey iego szczytu.—

Inni chcąc aby szczyty Lunett były rowno z szczytem Sklepienia wyżey robili dla nich nasady, zrznaiąc część Sklepienia głownego przy iego opadzie aż do iego nasady pionowo, to iest robili policzki pionowe pod Lunetami w Sklepieniu głownem w wysokości pomiędzy iego początkiem a początkiem lunet.

Inni i wznosili nasady Lunett po nad nasadę głownego Sklepienia i opuszczali niży ich wierzchołki formuel iak w Sklepieniu głownem. Ten sposob iest pośrednim między pierwszemi dwoma

Inni nakoniec dawali pochyłość linii wierzchołkowey lunett ku murom, sprzęzaiąc ią do obłęcystości sklepienia głownego prowadząc.—

Pierwszy z tych sposobow ma to przeciw sobie że sprawia wielkie parcie powiększaiąc ciężar tey części Sklepienia od ktorey też parcie pochodzi.— Drugi ma tę wadę że robi głowne sklepienie mniey mocnem w części obciętey pod pion, i że formnie krawędź lunety nieprzyiemnie zgięta przyłamanąy w wysokości nasady lunett.— Trzeci tylko na pozor pokrywa nieprzyzwoitości będące skutkiem dwoch pierwszych, robiąc ie mniey widocznemi.— Czwarty ktorego przykładow bardzo wiele znayduiemy we Włoszech może między wszystkiemi naylepszy preferable zwłaszcza ieżeli rożnica między Średnicami błon czyli lunett a głownego Sklepienia nie iest wielka. To schylanie lunett przeciwległych w części wyrownywa wykrzywiania lunett gotyckich; też zwraca większą część parcia na mury pośrednie.

Z tego wszystkiego widać łatwo wniosek uczynić żeby było naylepiey tworzyć Sklepienia krzyżowe z części Sklepień czołowiastych en berceau iedney średnicy, aby ich nasady były pod poziom, iak to robili Starożytni Rzymianie w nayprzęknieyszych swych budowlach.

Ten układ Sklepień przystoi doskonale budowlom maiącym mieć Swiatło z gory, zwłaszcza bardzo długim w porownaniu do szerokości; sprawia effekt mniey ocięzały i weselszy iak ciągłe Sklepienia beczułkowe czyli czołniaste en berceau, dla Swiatła ktore się iednostaynieу rozchodzi. Biblioteka Minerwy w Rzymie iest wzorem mogącym się przytoczyć za przykład w tym rodzaiu. Mniema Rondelet że ten sposob nayprzyzwoitszy by przystawał Galeryom Obrazow; a wspieraiąc opady Sklepień na Kolumnach marmurowych iak w Swiętym Pokoiu można zrobić przyozdobienie interessuiącem.— Możnaby nadto podzielić Sklepienie w pasami poprzecznemi arc doubleaux przez co się iednostaynosi uniknie.—

21. Zastosowanie do Modelu Sklepienia Klasztornego en arc de Cloître

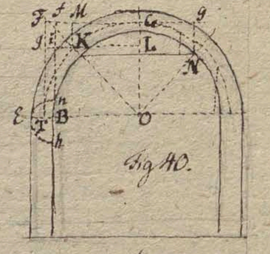
Model ten w Sztuce iest Kwadratem fig 40. 41. ktorego każdy bok ma 9 Cali wewnątrz mierząc, 10 cali wysokości Scianek aż do początku sklepień. Sklepienie iest w połcerkla i iednostayney grubości na 9 linii. ~~go~~ Podzielone iest na 17 części poprzecznie w mieyscach gdzie się robią naywiększe lisenowania.

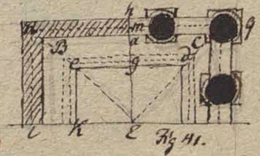
Na iednym z bokow pierwszego przekroiu narysowało się iak zwykle okrąg przedni IKG, styczne FT, GG, sieczną GO, poziomą IKL i pionowe iB, MK, to zrobiwszy uważano Sklepienie iakoby złożone z 4 części troykątnych Sklepień kolebkowych utrzymywanych każda w całey długości ich podstawy murami kwadratu.

Że w tym tu przypadku części te są rowne dosyć zrobić będzie zastosowanie do iedney względnie muru ktory iey służy za podsadę.—

Tu także iak dla Sklepień Krzyżowych brać się będą krzywości zamiast powierzchniow, a powierzchnie zamiast linii, i tak:

Oznaczywszy





Oznaczywszy długość muru przez f, wysokość przez a, grubość przez x będzie iego bryłność $= afx$; ramię drążka $\frac{x}{2}$, więc moment iego czyli wyrażenie odporu będzie $\frac{afx^2}{2}$ zamiast $\frac{ax^2}{2}$. tak że aby uwolnić x^2 zamiast dzielić inne wyrazy przez a podzieli się te przez af. zkąd wypadnie formuła. $x=\sqrt{\frac{2p}{f}+\frac{2pd-2mc}{af}+\frac{b^2}{a^2f^2}}-\frac{b}{af}$

Ciśnienie horyzontalne części wyższey oznaczone w przekroiu przez linią KL będzie wyrażone przez Δ eEd w planie – Zas części niższey wyrażone w przekroiu przez ik, będzie trapezem eBCd w planie.

Plan tego Sklepienia będąc kwadratem podstawa ed będzie podwoyna ES = KL przekroiu, a powierzchnia Δ^o eEd = kwadratowi z KL która się znaydzie $= 41\frac{5}{14} \times 41\frac{5}{14} = 1710\frac{2}{7}$

Ponieważ Ea planu iest 54, a Eg $= 41\frac{5}{14}$ będzie powierzchnia trapezu równa kwadratowi 54 mniey kwadratowi z $41\frac{5}{14}$ to iest $= 1206\frac{2}{7}$; że ciśnienie wierzchnie iest $1710\frac{2}{7}$, ich różnica będzie 504 która pomnożona przez grubość Sklepienia 9, da 4536 na wyrażenie parcia litera p oznaczonego w formule, więc $\frac{2p}{f}$ będzie $= 84$; że d które wyobraża TI iest $41\frac{1}{2}$ więc $2dp = 375192$.–

Aby mieć wartość na ciśnienie pionowe części wierzchniey Sklepienia znaczone lit m trzeba pomnożyć iey bryłność przez KM a podzielić przez łuk KS.

Bryłność tey części iest = powierzchni krzywey przechodzącey przez środek iey grubości pomnożoney przez tęż grubość.– Powierzchnia średnia równa się iloczynowi z długości ng więzey na planie pomnożoney przez KM. (: iak to dowodzi w swey Geometryi P. Mauduit :). Że $ng = 117$ a $KM = 17\frac{1}{2}$ więc ten iloczyn będzie $= 2005\frac{5}{7}$, mnożąc go przez 9 wypadnie bryłność $= 18051\frac{3}{7}$. Tę bryłność mnożąc teraz przez $KM = 17\frac{1}{7}$ a dzieląc przez okrąg KS = 46 wypadnie $m = 6727$.– Że $c = 12\frac{9}{14}$ więc $2mc =$ ~~1588~~ $170100\frac{5}{7}$.– b oznacza ciśnienie pionowe połowy Sklepienia, będzie wyrażone przez iego bryłność pomnożoną przez $Bf = 58\frac{1}{2}$. a podzieloną przez okrąg średni TKS = 92.

Aby mieć tę bryłność pomnoży się powierzchnia średnią to iest ng $\times$ Bf czyli $117 \times 58\frac{1}{2}$ przez grubość AB = 9 co da $6844\frac{1}{2} \times 9 = 61600\frac{1}{2}$. Tę bryłność mnożąc przez Bf $= 58\frac{1}{2}$ a dzieląc przez okrąg TKS = 92 to iest $61600\frac{1}{2} \times \frac{58\frac{1}{2}}{92}$ wypadnie $39169{,}88 = b$, więc $\frac{b}{af} = 3{,}02$. $\frac{b^2}{a^2} = 9{,}12$.– Wkładając te wartości wypadnie $x=\sqrt{82+15{,}82+9{,}12}-3{,}02 = 7{,}42$ linii. to iest nieco mniey od $7\frac{1}{2}$ linii, więc by grubość muru była mnieysza iak Sklepienia; co okazuie że daiąc murom tęż samę grubość co Sklepieniu będą dostatecznie mocne, iak to doświadczenie stwierdza bo model ten mógł się zarówno utrzymać na murach 9 linii grubych na 8 części podzielonych iak i na 12 kolumnach okrągłych których średnica była 9 linii, to iest na 4 w rogach a 8 w środku boków iak to fig 41 w czwartey części okazuie.

Aby znaleść grubość tych murów sposobem geometrycznym trzeba wziąść różnicę pomiędzy powierzchniami Δ^o BEc i Eed i tę podzielić przez Bc. Że powierzchnia Δ^o wielkiego iest $= \frac{108 \times 54}{2} = 2916$, a małego $\frac{82\frac{5}{7} \times 41\frac{5}{14}}{2} = 1710{,}4$ więc ich różnica 1205,6 podzielona przez 108. da 11,16 linii które się iak zwykle przeniesie od B do h na profil, a grubość Sklepienia od B do n, aby na nh wykreślić półkole, wypadnie Bl = 10 linii na grubość murów.

Małe parcie tego rodzaiu Sklepienia pochodzi z tąd, że część iego wierzchnia która go sprawia zmnieysza się w objętości w miarę iak ciśnienie poziome się zwiększa, i z tąd iescze że kształt tróyką[t]ny tych części i ich położenie sprawia iż ma większy bok za podstawę; gdy tymczasem w Sklepieniach krzyżowych części tróykątne wspieraią się w kątach, i ciężar wzrasta w większym stosunku iak ciśnienie poziome–

Nadto ponieważ części w odwrotnie wzaiemnie się trzymaią z tąd idzie że połowa Sklepienia a nawet iedna czwarta część Sklepienia z podstawą kwadratową sama się utrzymuie przy grubości muru 10 linii; co dowodzi iż części przeciwległe nie cisnące prawie na siebie, parcie prawie staie się żadnem–

Stosuiąc do tego Sklepienia sposób przez środki ciężkości, Formuła się stanie $x=\sqrt{\frac{2p}{f}-\frac{2bc}{af}+\frac{b^2}{a^2f^2}}-\frac{b}{af}$ znaydzie się że 1° spuszczona ze środka ciężkości części wierzchniey Sklepienia będzie odległą od punktu podpory N około którego dąży się obrócić o 11,18; i że odległość Ng tego punktu podpory od kierunku siły horyzontalney iest Ig, iest 24,82.

Bryłność

Brylność tey części Sklepienia będąc $= 18051,41$; wyrażenie nacisku potrzebnego do iego utrzymania będzie $18051,41 \times \frac{11,18}{24,82} = 8131,13 = p$; więc $\frac{2p}{3} = \frac{16262,62}{108} = 150,57$; że $b = 61600,5$; a c które oznacza odległość pionowey spuszczoney z środka cięzkości półsklepienia do punktu B około którego dąży się obracać iest $= 7,23$ więc $\frac{2bc}{af} = \frac{123201 \times 7,23}{110 \times 108} = 68,73$; $\frac{b}{af}$ będzie $= \frac{61600,5}{110 \times 108} = 4,75$; $\frac{b^2}{f^2a^2} = 22,56$ więc $x = \sqrt{(150,57 - 68,73 + 22,56)} - 4,75 = 5,47$. więc mniey iak podług sposobu poprzedzaiącego, bo w tamtym wypadek opuściło się niektóre małe modyfikacye iakich kształt troykątny wymagał. dlatego aby wypadek pewnieyszy a zatem bezpiecznieyszy wynikneł.—

Dobrze iest uważać że naywiększe liczenie tego rodzaiu Sklepienia ponieważ się powinno robić w połowie długości muru w ah więc tam powinnaby być naywiększa grubość, zkąd wypada że zamiast muru z podstawą ~~kwadratową~~ prostokątną potrzeba by go robić z podstawą troykątną. Uwagę tę stwierdza doświadczenie, bo cały model utrzymywał się na murkach 9 linii grubych gdy tymczasem aby się całe Sklepienia utrzymała potrzeba było 10 linii pod niego grubego—

Aby znaleść grubość iakąby powinien mieć filar z podstawą Δ^{a} na przeciw kąta, trzeba zmienić w formule wyrażenie algebraiczne odporu filaru: i tak oznaczaiąc grubość ah (fig 41) przez x, powierzchnia podstawy filaru przedział troykątnego będzie $f \times \frac{x}{2}$; a iego brylność $\frac{afx}{2}$; że zaś iego środek cięzkości odpowiada $\frac{1}{3}$ z ah więc odpor filaru będzie $\frac{afx}{2} \times \frac{2x}{3} = \frac{2afx^2}{6}$

więc mieć będziemy Rownanie $pa + pd = \frac{2afx^2}{6} + bx + mc$, co da $x = \sqrt{\left(\frac{3pa}{af} + \frac{3pd - 3mc}{af} + \frac{9b^2}{4a^2f^2}\right)} - \frac{3b}{2af}$ wkładaiąc wartości wypadnie $x = \sqrt{(126\frac{1}{6} + 23\frac{1}{2} + 28\frac{4}{9})} - 5\frac{1}{2} = 8$ linii na grubość ah.

lecz że ten kształt filaru nie może przystawać Sklepieniu którego grubość w środku iest określona liniami rownoległemi, sposób nayprzyzwoitszy iest dawać filarowi tę samę grubość iak ma Sklepienie w środku—

Łatwo iest poiąć że korzyści Sklepień klasztornych zmnieyszaią się w stosunku iak się staią dłuższe niżeli szerokie, tak że środek długiego boku sklepienia tego rodzaiu którego długość iest dwa razy większą iak szerokość będzie wywierać ciśnienie iak Sklepienie beczkowe wyrażone— Jeżeli części Sklepień są podzielane przekątniami planu przestrzeni przyległe się mnieyszey. iak fig 1. Tab 53. da się murom $\frac{2}{3}$ grubości iaką by mieć winno Sklepienie beczkowe teyże obszerności i maiące pewność za średnicę. Lecz ieżeli są poprzedzielane liniami dzielącemi kąt plana na dwoie, iak w fig 7 i 12 teyże tablicy, trzeba będzie dać murom grubość całkowitą zamiast $\frac{2}{3}$.

Że w tym rodzaiu Sklepień naywiększe liczenie robi się w środku boków, unikać trzeba ile możność robić w nich otworów dla drzwi lub okien—

Kształt ten Sklepień układa się bardzo dla Apartamentów sklepionych w których się z trudnością bardzo wznosi nie można, i w których długość nie przechodzi dwa razy szerokości.

Jeżeli wysokość obłąku tych sklepień iest mnieyszą od $\frac{1}{6}$ części z szerokości trzeba ią formować z iednego łuku koła—

22 Zastosowanie do modelu Sklepienia kulistego—

Model ten wystawiaią fig: 42, 43, 44 i 45, ma tę samę średnicę i grubość iak poprzedzaiący; iest przecięty na 8 części ~~płaszczyznami~~ równych pionowemi krzyżuiącemi się w środku: każda z tych części iest podzielona na dwie inny przez spoienie pod 45° co robi razem 16 kawałków. Sklepienie to wznosi się na murze okrągłym tey samey co ono grubości i podzielonym na 8 części równych: wszystkie te części są ułożone tak że formuią spoienia ciągłe, bezrządnego przewiązi aby wystawić przypadek nayniekorzystnieyszy. Jednakowoż ten model utrzymuie się mocno i może znieść cięzar na swym wierzchołku—

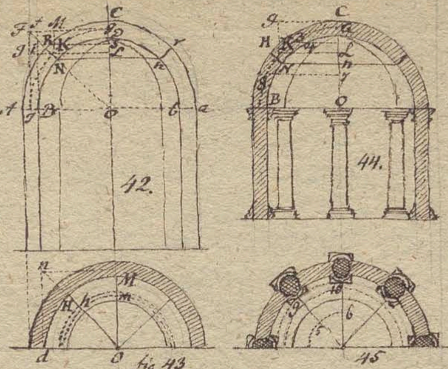
Jeżeli na miejsce 8 części muru okrągłego postawi się 8 kolumn teyże wysokości fig 44 tak aby spoienia pionowe padały na środek każdey kolumny, to Sklepienie iescze się utrzyma chociaż brylność tych kolumn równie iak iest cięzar nie iest tylko $\frac{1}{4}$ części muru okrągłego który go zastępuie.

Z tego doświadczenia wynika że Sklepienia baniaste często mniey rozpieraią iak Klasztorne.

Aby zrobić zastosowanie, zrobiony przekroy tego sklepienia i nakreśliwszy okrąg środkowy będzie potrzeba poprowadzić iak zwykle styczne TT, GT, sieczną TO; poziomą IKL i pionowe KM,

Bi:

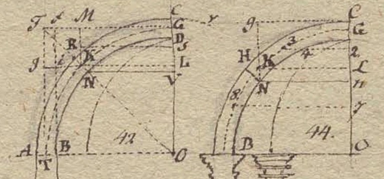
Bi; potem działaiąc dla $\frac{1}{8}$ Sklepienia, weźmie się wycinek Ohm fig 43. za wyrażenie ciśnienia poziomego oznaczonego przez KL fig: 42. a część korony hHMm dla oznaczenia ciśnienia poziomego części niższey.



Rożnica tych dwoch powierzchniow pomnożone przez grubość Sklepienia będzie wyrażeniem parcia oznaczonego przez lit: p.

Że promien Om wycinka iest $41\frac{1}{14}$, a iego okrąg $32\frac{1}{2}$, będzie więc powierzchnia $= 672\frac{3}{56}$.

Powierzchnia części korony hHMm będzie = rożnicy dwoch wycinków OHM i Ohm, z ktorych pierwszy rowna się iloczynowi z połowy $OM = 27$ przez łuk $HM = 42\frac{3}{7} = 1145\frac{4}{7}$; a drugi $= 672\frac{3}{56}$; więc tey rożnica będzie $473\frac{29}{56}$.



Ponieważ parcie $= 672\frac{3}{56} - 473\frac{29}{56} = 198\frac{15}{28}$, więc $198\frac{15}{28} \times 9$ będzie wartością na $p = 786\frac{23}{28}$.

f wyraża dla tego modelu rozwinięcie $\frac{1}{8}$ części muru okrągłego. będzie $= 42\frac{1}{2}$; więc $\frac{Bf}{}= 42$.

d ktore wyraża rożnicę pomiędzy długością ramienia drążka a wysokością filaru, iest $= 41\frac{5}{14}$. więc $pd = 73897\frac{?}{7}$

Aby mieć wartość na mc szukać naypr[z]od trzeba wartości na m oznaczaiącego ciśnienie pionowe części wierzchniey Sklepienia, ktore winno się rownać brylności tey części pomnożoney przez KM, a podzieloney przez łuk KG. Brylność tey części sklepienia rowna się rożnicy brylności wycinka kuli w ktorey się mieści, i wycinka formuiącego czrość kulistą wewnętrzną.

Ponieważ brylność wycinka rowna się iloczynowi z powierzchni kuli ktorey iest częścią przez $\frac{1}{3}$ promienia; a powierzchnia ta rowna się iloczynowi z okręgu wielkiego koła przez strzałkę tey powierzchni: zatem powierzchnia wielkiego wycinka ORCr. fig: 42. będzie = iloczynowi z wielkiego koła ktorego średnica $Aa = 126$ przez strzałkę $Cs = 18\frac{5}{11}$, co da 7308; a brylność przez $7308 \times 21 = 153468$.

Powierzchnia małego wycinka ONDn będzie rowna iloczynowi z wielkiego koła ktorego Bb iest średnicą $= 108$ przez strzałkę $VD = 15\frac{9}{11}$ co da $5369\frac{27}{77}$; a iego brylność $5369\frac{27}{77} \times 18 = 96648\frac{24}{77}$.

Rożnica $153468 - 96648. = 56819$ będzie brylnością części sklepienia wyższego formuiącey czaszkę ktorego $\frac{1}{8}$ część będzie brylnością szukaną $= 7102\frac{3}{8}$. – więc $m = 7102\frac{3}{8} \times \frac{KM}{KG} = 7102\frac{3}{8}\,\frac{17\frac{1}{7}}{46} = 2646\frac{2}{3}$.

c, ktore oznacza iK iest $= 12\frac{9}{14}$. więc $mc = 33461\frac{3}{7}$; $pd - mc = 40436\frac{4}{7}$; $\frac{pd-mc}{af} = \frac{40436\frac{4}{7}}{120 \times 42\frac{1}{2}} = 7{,}92$.

W zastosowaniu poprzed: do modelu sklepienia klasztornego ponieważ mury były proste, odległość ich środka ciężkości od punktu podpory była = połowie ich grubości: w tym tu przypadku ponieważ mur iest okrągły środek iego ciężkości tem w większem będzie oddaleniu od punktu podpory, im większą część okręgu koła zaymie; nie biorąc tylko $\frac{1}{8}$ część tego okręgu. środek ciężkości muru znaydzie się po za iego grubością o ilość ktorą nazwiemy przez e; tak że ramię iego drążka zamiast być $= \frac{x}{2}$ będzie $e + x$ co zmieni formułę poprzedzaiącą na tę: $x = \sqrt{\left(\frac{p}{f} - \frac{pc-mc}{af} + h^2\right)} - h$, w ktorey $h = e + \frac{b}{af}$

b wyraża ciśnienie pionowe $\frac{1}{8}$ części Sklepienia rownaiące się iey brylności pomnożoney przez pionową Bf a podzieloney przez okręg średni TKG. Ta brylność rowna się $\frac{1}{8}$ części kuli ktorey Aa iest średnicą, mniey $\frac{1}{8}$ częścią kuli maiącey Bb za średnicę.

Że średnica $Aa = 126$; iedna ósma część okręgu wielkiego koła będzie $49\frac{1}{2}$, co mnożąc przez strzałkę ktora się znaydzie bydź promieniem $= 63$ da na powierzchnię $\frac{1}{8}$ części kuli $3118\frac{1}{2}$, a na brylność $3118\frac{1}{2} \times 21 = 65488\frac{1}{2}$. Że średnica $Bb = 108$. będzie $\frac{1}{8}$ okręgu koła wielkiego $= 42\frac{3}{7}$, co pomnożone przez promień 54 da na powierzchnię $2291\frac{1}{7}$, a na brylność $2291\frac{1}{7} \times 18 = 41240\frac{4}{7}$: odciągaiąc mnieyszą brylność od większey rożnica $24447\frac{13}{14}$ będzie brylnością $\frac{1}{8}$ części sklepienia, ktorą pomnożyć wypadnie przez $Bf = 58\frac{1}{2}$ a podzielić przez ~~iloczyn~~ łuk średni $TKG = 91\frac{6}{7}$; iloraz 15558 będzie wyrażać ciśnienie pionowe $\frac{1}{8}$ części Sklepienia oznaczone lit: b w formule. co da $\frac{b}{af} = \frac{15558}{5100} = 3{,}05$.

Że $e = 2{,}51$, będziemy mieli na wartość h, 5,56, a na $h^2 = 30{,}91$. wkładaiąc te wartości w formułę

$x = \sqrt{\ldots}$

$x = \sqrt{\left(\frac{p^2}{4} + \frac{pd - mc}{af} + h^2\right)} - h$ wypadnie $x = \sqrt{(42 + 7{,}92 + 30{,}91)} - 5{,}56 = 3{,}43$ zamiast 7,42 znalezionych dla Sklepienia klasztornego, którego plan byłby uformowany z kwadratu opisanego. Ta różnica pochodzi stąd, że mury proste odpowiadaiące każdey ćwierci sklepienia nie maią za ramię drążka tylko połowę swoiey grubości, a w nineyszym przykładzie mury koliste maią 3 razy większy.—

Zastosowanie sposobem środków ciężkości. Dla tego zastosowania użyiemy sposobu bardzo skorszego znaydowania środków ciężkości sklepień kulistych, wyiętego z dzieła Matem: P. Deidier.

Uważaiąc Sklepienie przywiedzione do swego okręgu średniego, aby mieć środek ciężkości części wierzchniey oznaczoney przez K.S. fig 44. podzieli się SL na dwie części równe i z punktu 2 poprowadzi poziomą przecinaiącą łuk KS w punkcie 3; przenosząc potem odległość 2.3. na plan, nakreśli się łuk 5.6. którego się szukać będzie środka ciężkości; mnożąc tego cięciwę przez iego promień, a dzieląc iloczyn przez obwód łuku; iloraz 29,68 oznaczy odległość środka ciężkości od osi do osi, którą się przeniesie na profil od 2. do 4.

Że Nn = 38,18, różnica N4 będzie = 8,5 oznaczaiąc ramię drążka ciężaru części wierzchniey sklepienia wyrażonego w bryłowości swoiey. Ng będzie iak w Zast: poprzed: = 24,82 oznaczaiąc ramię drążka siły poziomey utrzymuiącey część wierzchnią sklepienia na swym spoieniu HN — Ponieważ bryłowość tey części iest $7102\frac{2}{3}$ będzie liczenie siły wyrażone przez $\frac{7102\frac{2}{3} \times 8{,}5}{24{,}82} = 2432{,}32 = p$; $pq = \frac{2432{,}32}{42{,}5} = 57{,}23$; b które oznacza ciężar dwóch części Sklepienia połączonych będzie 24447,93; c będzie wyrażać w tym przypadku odległość pionowey spuszczoney ze środka cięż: dwóch części Sklepienia połączonych od punktu B. — Aby mieć ten środek ciężkości poprowadzi się poziomą ze środka 7 linii 9O, która przetnie okręg średni w punkcie 8; przenosząc potem odległość 7,8. na plan, zakreśli się łuk 9,10, którego się poszuka środka ciężkości, i znaydzie o 49,36 od osi, a o 4,64 od punktu B, co będzie wartością na c. Więc będzie $\frac{bc}{af} = \frac{24447{,}93 \times 4{,}64}{120 \times 42{,}5} = 22{,}24$.

h które wystawia iak w poprzed: Zastos: $e + \frac{b}{af}$ będzie $2{,}51 + \frac{24447{,}93}{5100} = 7{,}3$ więc $h^2 = 53{,}29$. Te wartości włożone w formułę $x = \sqrt{\left(\frac{p^2}{4} - \frac{bc}{af} + h^2\right)} - h$ dadzą $x = 2{,}09$ zamiast 3,43 podług sposobu drugiego. — co pochodzi stąd, że sposobem pierwszym liczenia pionowe są nieco za słabe.

Porównanie Sklepień.

Wynika z Zastosowań robionych na 4 modelach sklepień poprzedzaiących iako w nayważnieyszym użyciu będących że 1° Dla Sklepienia beczkowego czyli kolebkowego berceau pełnego łuku maiącego średnicę swą na długość, powierzchnia murów równoległych podpieraiących go iest 4698. 2° Że powierzchnia czterech filarów z podstawą kwadratową utrzymuiących sklepienie krzyżowe iest 7056. 3° Że powierzchnia 4ch murów sklepienia klasztornego iest $3425\frac{2}{3}$. 4° Że powierzchnia muru okrągłego pod sklepienie kuliste iest $1238\frac{1}{6}$. więc te powierzchnie są w stosunku iak 4 : 6 : 3 : 1. maiąc tylko wzgląd na średnicę tych sklepień która iest dla wszystkich iedna. — Lecz maiąc wzgląd na przestrzeń iaką każde z Sklepień zaymuie z swemi murami i punktami podpór, znaydzie się że przy iednakowey powierzchni, mury sklepienia kolebkowego berceau zaymowałyby $\frac{2}{7}$ części tey powierzchni; klasztornego mniey iak $\frac{1}{4}$; filary sklepienia krzyżowego przypuszczaiąc go być ciągnionym w grubość filarów, nieco więcey iak $\frac{1}{7}$; a mur kolisty Sklepienia banIastego nieco więcey nad $\frac{2}{17}$. czyli przypuszczaiąc tę przestrzeń każdego z sklepień iako zaymuiącą 400; mury tych sklepień zaymą takowych części iak 115 : 91 : 60 : 48.

Zkąd wynika że po ~~murach~~ sklepieniach kulistych klasztorne nayniniey podpór wymagaią, wniosek którego się nie można było spodziewać podług tego co się około parcia powiedziało; lecz które się stwierdza doświadczeniem.

Możnaby może uważać za rzecz nadzwyczayną że formuły wydawały dla sklepień klasztornych i kulistych grubości murów mnieysze iak sklepień samych. Chociaż te wypadki doświadczenie usprawiedliwia nie iest iednak w myśli Rondelet chcieć je robić cieńszemi ~~ak~~ iak Sklepienia, ale pozwala w murach robić otwory. to iest nie robić ich koniecznie pełnemi. —

Wspołzeszmy widzieli że parcie równa się różnicy liczeń horyzontalnych w kierunku przeciwnym na się działaiących, ieżeli te liczenia będą równe nie będzie parcia, a to właśnie ~~pr~~ ma mieysce w sklepieniach klasztornych i kulistych. —

Dowod dla Sklepienia klasztornego

Przypuszczaiąc to sklepienie przywiedzione do powierzchni średniey, część sprawiaiąca parcie będzie wyrażoną w przekroiu przez KL fig 40. a w planie fig 41 przez △ Ced rowny kwadratowi kegl; część daiąca mu odpor będzie wyrażona w profilu przez IK, a w planie przez trapez engd rowny części tworzącey węgieł lmngek. To przypuściwszy ieżeli zważemy że bok wielkiego kwadratu lnml iest rowny przekątni małego kwadratu kegl, powierzchnia tego ostatniego będzie połową powierzchni pierwszego, więc część w węgle oznaczaiąca ciśnienie części sklepienia niższey będzie rowna kwadratowi oznaczaiącemu ciśnienie części wyższey – więc tu parcia być nie może. – Parcie ktoreśmy znaleźli w zastosowaniu dwoch sposobow ztąd pochodzi, żeśmy w wyrażeniu części niższey opuścili mały trapez Bngc stanowiący połowę iego grubości; bo uważaiąc tę część niższą iak z iedney sztuki ta dąży obrocić się około linii Bc, co by się zrobić nie mogło gdyby była złożoną z nieskończoney liczby zwornikow ktoreby mogły działać.

Toż samo dowodzenie można zastosować do sklepien sferycznych; bo prowadząc linię Mn, do Fig: 43. łatwo widzieć że promień Oh będąc rowny połowie przekątni nO, więc i powierzchnia koła promieniem Oh zakreślona będzie połową powierzchni koła zatoczonego promieniem OM: zatem wieniec czyli korona ktora wyraża ciśnienie części niższey będąc rowną kołu wyrażaiącemu ciśnienie części wyższey, sklepienie to rozpierać nie będzie.

Ta własność sklepien kulistych innym ieszcze sposobem okazaną bydź może, dowodząc że złoczyn z części wyższey sklepienia przez KL iest = złoczynowi z części niższey przez IK; bo przypuściwszy to sklepienie przywiedzione do okręgu średniego, ciśnienie części wyższey będzie rowne złoczynowi z okręgu koła ktory mu służy za podstawę, a ktory nazwiemy przez C, pomnożonego przez LG, i przez swe ramię drążka KL. Zaś ciśnienie części niższey będzie $C \times TT \times IK$; że zaś $LG = IK$, a $TT = KL$ więc będzie $C \times LG \times KL = C \times TT \times IK$.

Pojąwszy dobrze co się o parciu sklepien regularnych powiedziało, łatwo będzie można przy niejakim zastanowieniu się przyiść do zaaplikowania zasad podanych, dla sklepien nieregularnych, i złożonych. –

Konkluzya

Rondelet iest zdania że rozpieranie sklepien prawie zawsze od sposobu ich budowy zawisło.

Parcie to nie może bydź niebezpiecznem ieżeli się zachowało prawidła teoryi i doświadczenia, tak co się tycze kształtu wygiętości sklepien, ich grubości, kształtu grzbietu, ieżeli rodzay materyałow dobrze został wybrany, przyzwoicie przyięty użyty i ułożony, aby uniknąć skutkow opadania nierownego ktoremu podlegaią, iako też samych murow lub punktow podpornych. –

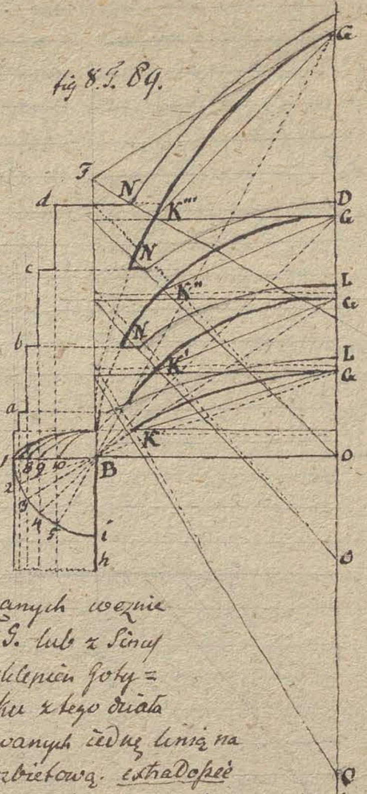
Okazaliśmy że naymnieysze pęknięcie lub rozłączenie się sklepienia cienkiego może pociągnąć za sobą iego ruinę ieżeli grubość sklepienia iest iednostayna. Dodamy to: że ta wada iest niebezpiecznieysza w sklepieniach w ktorych wielka liczba iest spoien iak w sklepieniach z cegły rąbem kładzioney – bo ieżeli są murowane na zaprawie wapna podlegaią opadaniu się znacznemu ktore się nigdy nie robi regularnie; ieżeli zaś na gips powstaie ztąd rozdymanie renflement ktore iest tamie w bokach flancs ieżeli nie zostały wsparte, lub ktore rozpycha mury ieżeli były wsparte te boki. Potrzebaby w tym razie aby temu złemu zapobiedz użyć gipsu i zaprawy, ażeby wzdymanie się pierwszego renflement nadgradzało obleganie tassement drugiey. I tak możnaby na zaprawę wapienną murować części niższe rownie iak wypełnienia pach, a części wyższe na gips.

Jakiekolwiek będą materyały do stawiania sklepien, trzeba przezorności wpełnić użyć aby się sklepienia nie rozłączały, i aby w przypadkach zrobienia się przez nieprzewidziane zdarzenia takowego ich pęknięcia, ażeby odpor części niższych mogł rownoważyć ciśnienie ich części wyższych. Nayniebezpiecznieysze rysowanie się sklepien iest dla sklepien kolebkowatych en berceau bo się robi w liniach prostych przez całą długość rownolegle do murow. Dla zapobieżenia tym skutkom potrzeba

pasky

pachy wypełniać naymniey do tego mieysca gdzie byście robiło rozłaszanie wyrażone przez KK'K''K''' fig 8. Tab 89. a wreście zmnieyszając Sklepienie ku środkowi klucza etc.

Znalazłem nowy Rondelet tak iak P. Couplet że naymnieysza grubość Sklepienia iednostayna (d'égale epaisseur) nie może bydź iak $\frac{1}{50}$ część promienia abyście ono go utrzymać –



Że iednak kamień i cegła nigdy nie iest tak doskonała tak ie przypuszcza teorya. na naymnieyszą więc grubość Sklepień beczkowych od 9 do 15 stop ~~średnicy~~ promienia można ustanowić 4 cale, bądź się go zrobi z iedney warstwy cegły rębem, lub z dwóch płazem; zaś 5 cali dla Sklepień z kamienia miękkiego iak w Panteonie francuskim, zwiększając tę grubość od klucza aż do mieysca gdzie ich grzbiet wnikać w mury lub filary poczyna.

Lecz ieżeli pachy są wypełnione aż do mieysca N fig 8. znaydziemy że dla sklepienia gotyckiego grubość ta mogłaby bydź $\frac{1}{143}$ promienia, a dla sklepienia pokoszkowego $\frac{1}{66}$ –

Dla Sklepień spłaszczonych iednym łukiem zatoczanych weźmie się na naymnieyszą grubość $\frac{1}{5}$ część ze strzałki łuku KG. lub z Sinus versus połowy tego łuku – Sposób ten służyć może i dla sklepień Gotyckich i dla wszelkich kolebczastych berceau. Do wypadku z tego działania powstaiącego doda się dla Sklepień na gips murowanych iedną linią na stopę długości, lub $\frac{1}{144}$ cięciwy KG podwaiaiący część grzbietową. extrados

Dla sklepień murowanych na zaprawie wapna doda się $\frac{1}{96}$ część, a $\frac{1}{72}$ dla sklepień z ciosowego miękkiego kamienia nie maiącego znosić ciężarów – Grubość ta powiększać się będzie od środka klucza aż do punktu N gdzie się sklepienie odrywa od pach, i w tem mieyscu da mu się $1\frac{1}{2}$ raza tyle grubości co w kluczu. W ten sposób były zrobione grubości Sklepień wszystkich Panteonu Francuskiego –

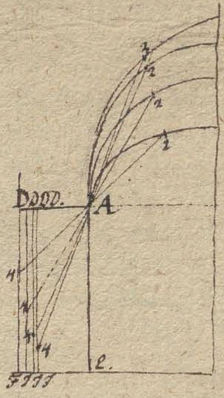
Sklepienia krzyżowe, klasztorne, baniaste tey samey średnicy iak sklepienia beczkowe berceau mogą mnieyszą mieć grubość; można więc nic nie dodawać do grubościów znalezionych dla odpowiadaiących im profilów –

Podług tych wszystkich uwag, zdaie się Rondeletowi zasklepianie ciosem przystawać Sklepieniom wielkiego bardzo dyametru ieżeli im nie chcemy dać wielkiey grubości, i Sklepieniom w budowlach publicznych maiących się przyozdabiać. – Zobacz pamiętnik Rondeleta o pokryciu Halli zboża paryskiey Sklepieniem z ~~cegły~~ cegły z drewna i żelaza –

Sklepienia z ciosu maią tę korzyść że nie podlegaią osiadaniu, i że się utrzymuią niezawisłe od zaprawy wapna lub gipsu – Prawda że te wątła nie mogą tak silnie spaiać ciosów iak płytę lub cegłę; lecz można ie zastąpić sposobem iuż iuż pewnieyszym klamrami lub kołkami goujon żelaznemi osadzanemi w spoiemach. – Są Budowniczy którzy zamiast sztyftów goujons używali krzemieni okrągłych cailloux gnieżdżąc ie w dziurach potłuczonych w ścianach spoienowych wyrabianych, aby zapobiedz ruchowi i przez zsuwaniu się klińców po sobie w razie iego takiego zwolnienia się Sklepienia – Znalazł Rondelet w zabytkach starożytnych Sklepień rzymskich z ciosu, wystercie bossages zostawiane w iedney stronie klińców wnikaiące w wycięcia robione w przyległych, co ten sam skutek robiło. Widzieć tam ieszcze można wycięcia dla klamer które wiązały klińce w iednym rzędzie będące. Nakoniec w zwaliskach Sklepień gotyckich znaydowano głowki kości zamiast krzemieni

kremieni w spoienach Żyl nerowes z kto powego kamienia.—
Załonczą Rondelet traktat o Sklepieniach Tablicami obeymuiącemi grubości sklepien, murow, dla troiakiego rodzaiu ich grzbietu — Zob: te Tablice niżey.
Chociaż te Tablice są wyrachowane dla sklepien pełnego cerkla można za pomocą rysowaney wyżey fig 8 Tab: 89 znaleść wymiary dla sklepien spłaszczonych i wzniosłych.
Wykreśliwszy połowę wyciągłości spłaszczoney lub wzniosłey obtączystości sklepienia o ktorą rzecz idzie, poprowadzi się z punktu B linią nieograniczoną B4, formuiącą kąt 45° z pionową Bi; przeniesie się na tę linię od B do 4 grubość znaleziona w Tablicy dla sklepienia połcerklowego teysamey średnicy i kształtu grubości, i zakreśli się ćwierć koła 1, 4, i; potem poprowadzi się ze środka obtączystości cięciwę GB i przedłuży się aż do spotkania z ćwiercią obwodu koła; jeżeli przez punkt gdzie ią przecina poprowadzi się rownoległą do pionowey Bi, ta oznaczy grubość muru odpieraiącą sklepieniu spłaszczonemu lub wzniosłemu, o ktorą rzecz szła. Jak dla sklepienia spłaszczonego o $\frac{1}{3}$ część, cięciwa GB przedłużona da punkt 0. przez ktory prowadzona pionowa 36 będzie wyrażać grubość muru dla tego sklepienia.
Kiedy grubości w kluczu lub w środku pach powinny być większe lub stalsze iak się to w tablicach oznaczyło; potrzeba będzie iesli część grzbietowana w linią krzywą iest iednostayney grubości wziąść pierwiastek □ z dwa razy więtszey grubości tey części pomnożoney przez mL, ktory się przeniesie od B do 4, dla zakreślenia ćwierci koła 1, 4, i; ktora oznaczy długość ciężciwy przedłużoney poza punkt B, grubość filaru—
Daymy że sklepienie ma 30 stop średnicy grzbietowane w połowie do środwagi a w połowie iednostayną grubością; gdybyśmy nie chcieli dadź iak tylko 6 cali grubości iego w kluczu, zamiast cali 10 oznaczoney w Tablicy; ponieważ promien iest 15, wypadnie $KL = \frac{15 \times 70}{99} = 10,6$; a $iK = 15 - 10,6 = 4,4$; co da $mL = 6,2$. To mnożąc przez iedną stopę to iest dwa razy więtszą grubość w kluczu wyda 6,2. Pierwiastek □ z 6,2 iest 2,49 czyli $2\frac{1}{2}$ stop blisko, zamiast 2'-8"-9"' oznaczonych w Tablicy. Te to są 2,49 stop ktore się przeniesie od B do 4 dla zakreślenia ćwierci koła, ktora ma ustanowić grubość przez przedłużenie cięciwy BS podług tego iak sklepienie będzie mniey więcey spłaszczonem
Można znaleść ten pierwiastek □ sposobem geom: wyżey przytoczonym; to iest przenosząc podwoioną grubość sklepienia od B do n; a mL od B do h, zakreśli na nh połkole przecinaiące poziomą BO w punkcie ktory okaże grubość, ktorą przenieść wypadnie od B do 4 na linią pochyłą pod 45°: w reszcie postąpi się iak wyżey.
Jeżeli grubości GD, KN części grzbietowaney krzywo nie są podobne do tych iak w Tablicach, przeniesie się summę grubościow iakie dadź chcemy od B do n, i mL od B do h. aby robić iak wyżey.—
Ponieważ w rachowaniu tych Tablic nie brało się w rachunek ani a fait abstrakcyi ciśnienia pionowych utwierdzaiących filarów, wypadła więc mogą przystawać dla iakiey kolwiek wysokości murow lub węgarow, iak się wyżey dowiedzto. (w 3cim Zastosowaniu) mogą być przyięte z wszelką pewnością dla wszelkich sklepien ktorych wysokość filarow nie iest większą od ich średnicy.—
Dla sklepien klasztornych, tylko $\frac{2}{3}$ znalezioney grubości się z tabell brac będzie a dla sklepien kulistych tylko połowę.— to się tyczę sklepien krzyżowych wymayda się wymiary punktow podpor sposobami wyżey (w 20 Zastosowaniu) podanemi.—

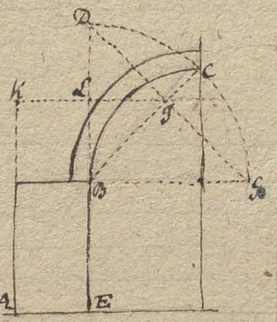
Sposob oyca Deran



Sposob oyca Deran zawisł na podzieleniu wewnętrzney wygiętości sklepienia bądź spłaszczoney, połcyrklowey, wzniosłey, łukowato lub elliptycznie, rownie iak gotyckiey na 3 rowne części w punkcie 2. poprowadziwszy potem cięciwę A2 przedłuża się w stronę przeciwną tak aby A4 było = A2, przez punkt 4 poprowadzi pionowa DF ta z linią AE utworzy szukaną grubość muru–

Widziemy że to postępowanie nie zdaie się zasadzać na żadnych prawidłach, nie miano tu względu ani na grubość Sklepienia ni na kształt ciśnienia iego extradoss. Wypadki dla sklepień gotyckich wypadaią przez ten sposob dwa razy mocnieysze iak doświadczenie mieć chce, rownie i dla połcyrklowych z ściśnieniem poziomem.– Dziwną iest rzeczą że ten sposob przyięty został przez wielkiego Blondela – Oyca Dechalles i innych–

Sposob P. Gautier.



Jakakolwiek iest wygiętość Sklepienia, grubość lub kształt czasy, poprowadź od początku sklepienia B do środka klucza C cięciwę, z punktu B promieniem BC zatocz ćwierć okręgu koła DCS, poprowadź cięciwę DS. ta spotka linią BC w punkcie J. przez punkt J poprowadź JK poziomą, zrob KL = LJ, spuść z punktu K pionową KA. więc AE = KL będzie grubością muru lub filaru–

Sposob ten iescze iest gorszy iak P. Deran chociaż go Gautier chciał poprawić. Nie masz tu względu ani na średnicę Sklepienia ani wysokość.

Sposob ten zasadzony na fałszywych początkach daleko większe grubości murow wydaie iak poprzedzaiący, a ktore są prawie iednakie dla wszystkich rodzaiow Sklepień. Grubość murow dla Sklepień gotyckich i dla połcyrklowych z czapką do przewagi wypada tu prawie trzy razy tak wielką iak doświadczenie mieć chce–

Sposob Bellidora.

Sposob analityczny Bellidora chociaż zasadzony na prawdziwych Prawidłach Mechaniki, iednakowoż wydaie wypadki mocnieysze iak doświadczenie, lecz to dla tego że hypoteza na ktorey rachubę opiera iest przesadzona; wreszcie wypadki te są więcey w proporcyi doświadczenia iak Derana i Gautiere – można więc ich używać tak iak podług Formuł wypadaią nie dodaiąc nic więcey na grubość murow–

Uwagi nad Tablicami Rondeleta

Sposob Analityczny Rondeleta (morwi tenże:) zgadzaią się naylepiey z doświadczeniami chociaż to wydaie wypadki mocnieysze, to pochodzi z niemożności doskonałego robienia modelow i użycia wapien mogących odpowiedzieć ściśłościom matematycznym. Dla tego ażeby otrzymać moc pożądaną Sklepienia potrzeba dodadź ⅙ część do wypadku iaki daie Formuła.

Ponieważ znow Sposob przez wykreślenie geom: wydaie wypadki mocnieysze dosyć będzie dodadź część ⅛; że zaś ciśnienie Sklepień tem iest większe im wzniosłeysza obłączystość, przenosi się ten dodatek ⅛ na przedłużenie linii poprowadzoney od środka klucza do oporow Sklepienia iak to fig 2. 8 Tab: 89. okazuie.

o Sile z iaką Zaprawa wap: i Gips spaia Kamie: nie i cegły w Sklepieniach. Rondelet.

Widoczna iest że ta Siła powinna bydz w Stosunku powierzchni spoien porownawczo z objętością ciosow, kamieni, lub cegieł. Jtak Klinec z kamie: nia ciosowego maiący 1 stopę sześcienną może bydz spoiony z innemi przy: ległemi ciosami w czterech stosunkach każdey o 1 stopie □ powierzchni, co uczy: ni stop □ 4. – Lecz ieżeli w mieysce tego Klinca zmieści się trzy Płyty moilons zamiast 4 stop □ tych spoien będzie ich 8. Nakoniec ieżeli się użyie cegieł wypa: dnie ~~27 stop □~~ na zastąpienie tey samey objętości 27 cegieł, a wszystkie stosu: gi uczynią 13 stop □ $\frac{1}{2}$. Oznaczaiąc więc siłę ktora spaia zwornik z cioso przez 4, siła spaiaiąca płyty będzie 8, a cegły 13; zkąd wynika że Sklepienia z pły: ty o połowę mniey rozpierać będą iak z Ciosu, a z cegły mniey iak o $\frac{1}{3}$ część.

Z doświadczen przywiedzionych w 2gim Xiędze nad mocą z iaką zaprawa wa: pienna i gips spaia rozne rodzaie kamieni, wypada że w końcu 6 miesięcy zaprawa może połączyć cegły dosyć mocno aby utrzymać mogły zatłoczenie a'sne: nie parcia w Sklepieniu o $\frac{1}{3}$ część spłaszczonem o 15 stopach średnicy a 4 cale grubości iednostayney; a gips Sklepienie 18 stop średnicy maiące i tey samey obłąkrzystości i wygiętości – Siła ta iest większa dla Sklepien kto: rych grubość zmnieysza się od zamku ku oporom; i zwiększa się w stosunku grubości braney środkiem pach gdzie by się mogło robić pęknięcie; tak że iak: kolwiek był aby średnica i wygiętość Sklepienia, moc zaprawy wap: po 6 mie: siącach w Sklepieniach dobrze zrobionych zdolna iest uniesc parcie ilekol: wiek razy grubość brana środkiem pach będzie większą od $\frac{1}{10}$ części KL fig: 25. – Zaś $\frac{1}{12}$ z tegoż KL dla gipsu.

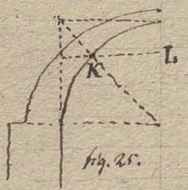


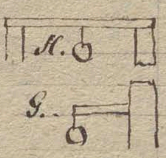
fig. 25.

Lecz dobrze iest powtorzyć uwagę że dopoki roboty z Gipsem zostaią w zaciszu od niewygod powietrza i wilgoci do poty z mocy swey nie utracaią; w razie przeciwnym czasem 7 lub 8 lat są dostateczne do zepsucia ich, gdy tym czasem dzieła na zaprawie wapienney nie maią granic.

Mała ilość zaprawy lub gipsu iakiey się używa w Sklepieniach z ciosu, nie dozwala obiecywać sobie wielkiey mocy spaiaiącey lecz są inne sposoby skutecznie użyć się mogące iakoto żelazne sposnie goujon; Klamry crampons używane przez starożytnych Rzymian. Te sposoby są lepsze iak tanuchy i ciągłe tirans żelazne używane przez teraz niektorych.

Doświadczenia służące za Zasadę sposobu obliczania mocy zaprawy i Gipsu w konstrukcyach Sklepien

1° Pręt gipsowy 15 cali długi, 16 na 9½ linii gruby po: łożony rębem na dwoch podstawkach o 12 cali odległych fig. M. nim się przeła: mał zniosł w środku ciężar 17 ℔. 10 unc: 5 grosz. –



Ten sam pręt ciągniony wzdłuż nim się zerwał utrzy: mał ciężar ℔. 80. uncyi 6.

Zatem znaiąc Siłę potrzebną do urwania ciała, textury prostey iak iest kamien gips, zaprawa, można znaleść siłę złamać mogącą ie, przez wysokość pręta a dzie: ląc przez odległość punktu zawieszenia ciężaru od punktu podpory, np: siła rwiąca iest iak 80 ℔. 6 u: wysokość pręta 16 linii, odległość zawieszenia siły od podpory 6 cali czy: li linii 72. więc Siła łamiąca będzie = $80 \cdot \frac{16}{72} = 17\frac{5}{6}$ ℔. zamiast 17 ℔. $\frac{6}{8}$.

2re Pręt gipsowy od 3 dni zarzymiony gałce grubo 11½ X 7 linii długi cali 6 z mune, wmurowany zębem złamał się pod ciężarem 4 ℔ 2 uncye. fig. G.

3^{cie} Pręt z tegoż gipsu 15 cali długi, 11½ X 7 linii gruby położony na 2 podporach oddalonych od siebie o 12 cali fig. H złamał się pod ciężarem w środku zawieszonym 4 ℔ 2 un: 7 gr.

4te Pręt takich samych wymiarów gipsowy, wmurowany obiema końcami zębem w odległości 12 cali złamał się pod ciężarem w środku zawieszonym 12 ℔ 12 uncyi.

Z tych i innych doświadczeń Rondelet czyni następujące wnioski: 1° że znaczna moc wnoszący, cebrzdowe ciała textury prosty może dojść tego mogę złamany relatiwne, wiadomi kot wkł położeniu się znajduje. 2re że dla iednego ciała i iednych wymiarów siły tamujące są w stosunku odwrotnym odległości ciężaru od punktu podpory. 3re że jeżeli ta odległość iest iednakowa, siła tamująca będzie ta sama bądź ciało iest na dwóch podstawach lub iednym końcem wmurowane. 4te że siła ta iest proporcjonalna liczbie przełamów i ich powierzchni.

Doświadczenia robione na drzewie dowodzą, że ten ostatni skutek nie służy ciałom z włókien złożonym i giąć się mogących. Tak że sztuka drewa w końcach utwierdzona nie wymaga tylko dwa razy większej siły do swego złamania się, gdy tymczasem dla ciał textury prostej mowy: maga siły 3 razy większej. - iakiemi są kamień gips etc.

5te Dwieście kostek sześciennych z twardego kamienia, po 2 cale w każdym boku mających pospajano nelle końcami z sobą od miesiąca, położono ie tak sklejone w stronie wolno na dwóch podporach odległych o 16 cali, rozłamały się w środku pod ciężarem 25¾ ℔. Dwa z tych pęsiałow potrzebowały do swego rozerwania się ciągnione wzdłuż ℔. 121. - Stosując do tego doświadczenia rachunek wskazany wypadłoby na siłę tamującą ℔. $\frac{121 ℔ X 2 cali}{8. cali}$ = 30 ℔. 4 un: uncyi. że się pod ciężarem 25 ℔ ¾ złamały, dodać trzeba ich własny ciężar Ośmiu Kostek a ℔ 12, co sprawia razem ciężar ℔. 31. 12 un: zamiast 31 ℔. 4 un: -

Uważa Rondelet że 25¾ ℔ było najmniejszym ciężarem z wielu doświadczeń powtarzanych, bo były o 26 ℔. 27½ nawet 28. -

Też same doświadczenia robione z kostkami osadzanemi w murach dały 79, 81, 82½ ℔.

6te To doświadczenie nie rożni się od poprzedzających tylko że sześciany były spajane nelle na zaprawę wapna - i doświadczane po iednym miesiącu tego pospajania. - Do urwania ich przez ciągnienie wzdłuż potrzeba było ciężaru ℔. 64; więc podług pierwszej zasady siła tamująca byłaby $\frac{64 X 2}{8}$ = 16 ℔. kiedy w stronie położone nie były utwierdzono w ścianach. - Doświadczenie wydało na najmniejszy wypadek ℔. 10¾ a największy 13½. dodawszy do tego ciężar samych sześcianów 6 ℔ - to więc razem 16¾ i 19½. -

7^{e} Doświadczenie to było robione na modelu sklepienia z kamienia Conflans, pełnego cerkla i kabłąkowatego extradosse egalement mającego 12 cali średnicy, 1 cal grubości i podzielonego na 4 części; spoidłem iednym pionowym w środku i dwoma pod 45° w pachach - Spoiwy stosując pionową nelle w środku trzeba było ciężaru 16¾ ℔. aby ią rozłączyć. Jeżeli i pionowa i w pachach stosuje pospajano było trzeba ciężaru ℔ 57. Jeżeli nakoniec i poziome na węgłowcu sklejono potrzeba było ℔ 85.

Z doświadczeń robionych na innych modelach sklepień spłaszczonych i wzniosłych dały poznać Rondeletowi że moc zaprawy wapiennej lub gipsu spajającego kamienie lub cegły zdawała się być proporcjonalna do powierzchni stosunku gdzie się robiły rozłączenia, pomnożony przez LS a podzielony przez KL w fig: Tab 89 i 90. - Istotna iest nieco uważać że im cieńsze sklepienie tem ta siła była mniejsza i że w sklepieniach poziomo z wierzchu grzbietowanych siła ta była największa

Zastosowanie

Chcemy wiedzieć czyli moc Gipsu będzie po temu aby związała cegły ~~lub Ka-~~ ~~mienne~~ Sklepienia kolebczastego w pełny cerkiel maiącego iednostayną grubość 4 cali, średnicę 28 stop: Ponieważ długość nie wpływa w niczem, więc dla łatwości rachunku uważać będziemy że Sklepienie iest tylko 1 Stopę długie.

Ciężar konstrukcyi z cegły i Gipsu o 4 cale grubey wynosząc 42 ℔ na Stopę kwa: dratową, ciężar tey odkrawy tranche Sklepienia będzie 1848. co będzie wystawiać ciężar który Rondelet zawiesił w środku dla robienia Doświadczeń poprzedzaiących.

Ponieważ siła cała byłaby potrzebna do rozłączenia spoienia poziomego przy nasadzie lub początku Sklepienia iest zawsze większa niż odpór muru, nie można więc mieć względu tylko na 3 spoienia wyższe które rozłączaiące się mogą za sobą pociągnąć ruinę Sklepienia –

Powierzchnia każdego z tych Spoień będąc 48 cali, więc wszystkich trzech będzie 144: mnożąc tę powierzchnią przez 50, to iest przez Siłę ~~cała~~ ~~cięż potrzebną spajała cegły~~ dla każdego cala □go z iaką gips spaia cegły, wypadnie na całą siłę ℔ 7200. – Ta siła pomnożona ieszcze przez Stosunek ∠S: Kl. który w Sklepieniach pełnego cerkla iest zawsze iak $\frac{29}{70}$, znaydzie się 2983 na Ilomenie ciężaru któremu ta siła mogłaby dadź opor. Że ciężar Sklepienia iest tylko 1848, ztąd wynika że gips dostatecznym bydź może do związania części sklepienia ceglanego w murze będącego, przypuszczaiąc że było dobrze zrobione tak że żadnego nie wywiera ciśnienia na mury które go trzymą – Co się znayduie bydź stwierdzanym doświadczeniami P. d'Espie wyżey cytowanemi, i innemi –

Że powierzchnia spoień nie zmienia się dla Sklepienia kolebczastego tey samey długości iakaby bydź mogła iego średnica; dzieląc 2983 przez 42 które oznacza ciężar stopy □ Sklepienia ceglanego na gips murowanego, znaydziemy że moc gipsu w Sklepieniu 4 cale grubym nie będzie więcey dostateczna dla okręgu iego większego nad 71 Stop to iest odpowiadaiącego 45 stopom średnicy.

Dla Sklepień krzyżowych dosyć działać dla iednego zwieszka pendentif ieżeli są regularne; ieżeli zaś nieregularnego dla każdego osobno się rachunek zrobi:

Co się tycze Sklepień klasztornych nad przestrzenią □S, i Sklepień baniastych moc gipsu lub zaprawy wapienney iest zawsze aż nadto dostateczna dla powiązania cegieł lub płyty murów dla iakieykolwiek średnicy Sklepienia –

---

o Konstrukcyi Sklepień. Rondelet.

Sklepienia bydź mogą z ciosowego kamienia, łamanego *moilon*, cegły z ubitego *beton*, gipsu, drzewa a nawet metalu.

Czasem się robi mieszanina tych różnych konstrukcyi; to iest bydź mogą w części z ciosu, a w części z cegły lub kamienia łamanego czyli płyty, a czasem z gipsu narzucanego *pigeonne* iak w niektórych budowlach gotyckich.

Pod nazwiskiem Sklepień mocnych mogą uchodzić te które są całkiem z ciosowego kamienia; pod nazwiskiem lekkich robione z małkuzy tuf, z pomeksu lub ław gębczastych, z cegły dęty, z gipsu i z drzewa; Sklepienia trzymaiące środek pomiędzy temi dwoma rodzaiami są z cegły lub kamienia łamanego czyli płyty;—

Mówiło się w N.º 3 i 4. o wszystkiem co się mogło ściągać do Konstrukcyi Sklepień z ciosu; część uwag w tym względzie przywiedzionych może mieć zastosowanie swoie w Sklepieniach z cegły lub płyty: i tak aby zrobić Sklepienia mocne potrzeba ażeby rzędy cegieł lub płyty w Sklepieniach krzyżowych i klasztornych były równoległe do osi części sklepienia kolebnego *en berceau* z których się składaią; w Sklepieniach ostrokrężnych potrzeba aby dążyły do wierzchołka ostrokręgu; a w Sklepieniach kulistych sferoidalnych i konoidycznych aby były w rzędy czyli wieńce *couronnes* współśrzodkowe prostopadłe do osi, iak okazuie Tab: 37. przypuszczaiąc linie spoin bydź bliżey siebie—

Oto są szczegóły które Rondelet zebrał sposobów postępowania czyli wykonywania sklepień przez naylepszych rzemieślników w kraiu w którym nayleipiey buduią, i przyczyny tego postępowania oparte na doświadczeniu i teoryi dopiero rozwiniętey.

Sklepienia z płyty *moilon* lub cegły robią się na bukstelach, czyli kręgach z deszczek sosnowych rżbem na przewiąz podwoynie z sobą zbiianych, rozstawionych o 18 cali mniey więcey na ptaszewkach które wzdłuż murów osadzaią się na Słupach równo z oporem czyli początkiem Sklepień. Jeżeli bukstele są wielkiey średnicy przydaią się inne belleczki pod nie w środku, niby podpaski i z boku podparte Słupami.—

Kiedy sklepienie ma bydź zrobione na wapno, przykrywa się bukstele deszczkami cieńszemi w poprzek ie kładąc i przybiiaiąc dla ukształcenia ciała formy dla przyszłego sklepienia. Jeżeli bydź ma z płyty, okrzesawszy ią z gruba młotkiem do równości, rozciągnie się warstwę zaprawy na opierzeniu, i położone iuż płyty nią obrzuci chcąc następne układać.— Nim się płytę położy potrzeba ią w przód zmaczać w cebrzyku wody aby się ich zaprawa imała; kładące pobiia się ią młotkiem aby się z przyległą dobrze związała; spoinia ich powinny bydź zawsze prostopadłe do powierzchni opierzenia, i bydź maią grubsze w górze iak w spodzie. Że zaś naywiększe ciśnienie w środku sklepienia zwykło bywać na spojenia w górze starać się trzeba wybiiać ie odłupkami kamienia W wielu krajach używa się w tym celu rodzaiu Kamienia łupiącego się iak Ardeza.

Starać się ieszcze potrzeba ażeby płyty każdey warstwy w przewiąz były układane iedne na drugich. Ażeby w Sklepieniach krzyżowych i Klasztornych zrobić krawędzie wysadne lub wpuszczone, układać się ie będzie iak fig 1 i 2. Tab: 92 okazuia—

Te same

Tym samym sposobem postępować się będzie sklepiąc cegłą, że iednak
iey krój iest regularnieyszy, i mnieyszey bywa obciętości iak płyta, spoinami
więc górne nie potrzebuią bydź wybiianemi gamią. Sklepienia z cegły przez
dłuższy czas na krzyżach zostawiać należy dla uniknienia nayusilnieyszego ich
osiędnięcia, bo to mogłoby bydź przyczyną popękania czasem niebezpieczne:
go gdyby się zawcześnie krzyżyny wybito to iest nim zaprawa nie stężała przy:
zwoicie. — Wybiianie także krzyżyn z ostrożnością robić się winno —

Sklepienia Starożytne:

Starożytni Rzymianie polegaiąc na dobroci swych zapraw robili czasem
Sklepienia całkiem z muru dzikiego maçonnerie en blocage, z drobnego niefo:
remnego kamienia i układanego do mozaiki bez porządku. W niektórych bu:
dowlach iak Termach Karakalli średnią część wielkich sklepień robili z rodza:
iu ławy gębczastey poreuses tak prawie lekkiey iak pomex. Lecz pospoliciey
wiązali murowanie dzikie A blocage pasami chaînes z cegły B iak fig 3 Tab.
92 widzieć a fig 4 w przecięciu wystawia. Takiemi były Sklepienia w Termach Dyo:
klecyana, w Koliseum, w Świątyni Minerva Medica pospolicie zwaney Galuzzo
wystawioney w fig 1. Tab 81. — o ktorey się mówiło w §. 192.

W Termach Karakalli, Villi Adryańskiey widział Rondelet które się zdawały
bydź tym sposobem robione; na krzyżynach cintre okrytych deszczkami których
wyciski widzieć iescze można na tynku stukowym stuc którym były powleczone
poczęto od rozciągnienia grubey warstwy zaprawy więcey nad ieden cal grubey;
na tey warstwie są położone wielkie posadzki lub cegły na płask których każdy
bok miał 2 stopy rzymskie (22 cale par:) i miały 2 cale grubości, a to dla Sklepień
wielkich od 50 do 60 stop rzym: średnicy. Dla Sklepień węższych od 50 stop uży:
wano to iest od 30 do 50 używano posadzek 1½ stopy rzym: boku kwadratu
maiących, a 10 linii par: grubości. — Przykrywszy to pierwsze posadzkowanie
wielkich cegieł drugą warstwą zaprawy około 1 cal grubości układano drugie po:
sadzkowanie z posadzek mnieyszych to iest ⅔ stopy rzym: w □ maiących a 18
linii grubych, iednak tak że się spoienia krzyżowały z spoieniami pierwszego.

Podczas kładzenia tego drugiego posadzkowania formowano za pomocą po:
sadzek wielkich to iest 2 stopy Rzym: w □ maiących rodzay szuflad czyli zwornī:
ków pustych, których dno miało szerokość 3ch posadzek mnieyszych równą iedney
posadzce większey, a długość podług całey długości sklepienia — iak to fig 5 i 6. Tab 92
wyobraża — Wielkie posadzki lit: C znaczone są kładzione prostopadle do wy:
pukłości opierzenia, a wnętrze czyli szuflatki D były wypełniane murem od:
lewanym gruzowym maçonnerie en blocage. Układu tego przedmiotem było za:
pobiegać aby rozstęczaniu się lub pękaniom mogące się robić w tego rodzaiu Skle:
pieniach gdzie obficie zaprawy znaydowało się, nie kierowały się naprzeciw
przykroiowo (: ne se dirigeassent en contre-sens des coupes:), kiedy niecierpliwość
lub inne powody zniewały wybić krzyżyny wprzód nim zaprawa mogła na:
bydź zsiadłości consistance dostateczney dla uniknienia ich. Sklepienia te któ:
re maią 1½ do 4 stop grubości robiono do poziomu w grzbietach extrados en
de niveau kiedy miały służyć za tła lub terrassy na wierzchu; a w sposób da:
chowaty to iest na dwie strony schyliśto podług proporcyi frontonów kiedy mia:
ły służyć za dachy; i wtedy przykrywano ie dachówką rzymską na kąpiel za:
prawy wapna — Ten rodzay pokrycia który im ieszcze służył za pierwięż na:
utrwalał.

utrwalał ie bez granic: Napadamy ieszcze na nie w szczątkach dawnych pomników Rzymskich stawianych przed 16 do 18 wiekami, i w dobrym ieszcze znayduią się stanie.

Starożytni chcąc robić węgłi lub skrzyneczki w Sklepieniach dla ozdoby, formowali ie w wyskok na opierzeniach buszteli, tak po rozkręczeniu nie pozostawało tylko ie sztukiem powlec. Tego sposobu użyto w Sklepieniach Sto Piotra w Rzymie sklepionych cegłą, i w odlew blocage wzorem Starożytnych.

Kiedy Sklepienia z płyty moilon cegły lub gruzowania blocage zrobione starannie zostały, kiedy im dano grubość zastosowaną do ich szerokości i wygiętości kabłąku cintre, i kiedy dano czas zaprawie stwardnienia faire corps z materyałami, nie tworzyły z czasem tylko iedne brytę nie wywieraiące żadnego parcia na mury. Poniewaz chwila wybiiania krężyn iest chwilą niebezpieczna, starać się potrzeba raczey sprzyiać działaniu części wierzchnich które odpor daią, iak wszystkim które parcie sprawiaią; i dlatego nie należałoby nigdy wybiiać krężyn z pod sklepienia nie wypełniwszy ich pach aż do środka vers le millieu. Naypierw część spodnia uwolnić z nad opierzenia krężyn wypadnie i postępować z dołu w górę aby były w stanie wytrzymać contrebuter części wyższe. Czynność tę przerwami uskuteczniać potrzeba w stosunku wielkości średnicy sklepienia i podług tego iak zaprawy są świeższe - frais. Dla Sklepienia z płyty moilon lub cegły od 24 do 30 stop średnicy potrzeba w dobrey porze czasu mniey więcey dwóch miesięcy aby zaprawa się tyle stężała żeby nie więcey doznawała żadnego skutku w czasie rozkręczania; ieszcze chronić się trzeba wbiiać Zamek czyli klucz clé mocnym uderzaniem młota, lub go zbyt mocować klinami, bo to wstrząsa sklepienie i sprawia że uchodzę flechis w pachach ieżeli te nie zostały wypełnione murowaniem. Widziałem rzemieślników bez doświadczenia którzy przez niezachowanie tey ostrożności byli przyczyną pęknięcia rompu sklepienia i rozwiedzenia się murów nim go z opierzenia nazad zdiąć potrafiono.

Te ostrożności służą i dla sklepień na gips murowanych, wyiąwszy buszteli które wraz z opierzeniem wybiiać można we dwa lub 3 dni po ich ukończeniu; lecz nie potrzeba ufać rozpieraniu gipsu którego się bardziey iest do obawiania iak parcia samego sklepienia, bo z większą siłą działa.

Istotną iest rzeczą poznać naturę gipsu, iego moc, iego rozciągłość, extension, ~~aby na to wz~~ tego przestrzegać aby Zamku z cegły lub płyty dopoty nie osadzać dopoki gips skutku swego na części wierzchnie iuż to mieysca będące nie wywrze.

W sklepieniach równey grubości extradossé d'egale alepaisseur. czyli obtęczonych, maiących tworzyć tło czyli podłogę na wierzchu, ieżeli nie zapełniamy pach murowaniem, robić można w nich małe murki w poprzek w odległości równey 1/3 części szerokości sklepienia; daiąc im na grubość to część ich odległości od siebie (czyli co iedno 1/30 z średnicy sklepienia:) fig 7.

Jeżeli Sklepienie iest kopankowate czyli klapkowe arc de cloître potrzeba iedenże taki murek umieścić w pośrodku każdey strony i dwa inne w węgieł spotykaiące się z stron przeciwnych iak fig 9.

Jeżeli strony Sklepienia kopankowatego iest dłuższy iak szerokie, rozłożą się te murki wsporne contreforts w stronach dłuższych tak aby odległość między niemi

niemi była ⅓ szerokości iak w sklepieniach koszebczatych berceau

Sklepienia krzyżowe grzbietowane do przewagi extradossés de niveau wymagaia aby miały pachy zupełnie zamurowane fig: 8.

W sklepieniach kulistych i sferoidycznych potrzeba aby murki wsporne dążyły ku środkowi. Przestwory między niemi wypełnia się rumem suchym gravois sec, i na tem się da warstwa gipsu lub zaprawy pod posadzkowanie.

Są budownicy którzy zamiast murków wspornych eperons (bodzów) robią udane wyloty czyli lunety na sklepieniach niziące na szerokość połowę średnicy wielkiego sklepienia. Sposób ten w fig: 10 wystawiony iest dobry zwłaszcza dla sklepień cienkich iakiemi są z cegły; ma tę korzyść że nie obciąża tak pach sklepiennych ale iest kosztowniejszym —

O Sklepieniach z cegły zwyczayney dla apartamentów.

Dwa są sposoby kładzenia cegły w sklepieniach, na płask iak posadzkę lub rzębem szerokością iey lub długością — Widzieliśmy że dawni budowniczowie niemniey obóch tych sposobów używali dla wzmocnienia spodniey powierzchni swych wielkich sklepień które w reszcie grubości były z odlewu de maçonnerie en blocage

Teraznieysi obóch tych sposobów się chwytali w konstrukcyi sklepień formujących podłogi planchers; aby zaś ie umieszczać w ograniczoney wysokości było można, mało bardzo dawali wzniosłość ich wygięciu. Jedni dla porównania ich z pionowością murów robili ie kształtu Ellipsy, lub podług wygięcia bardzo spłaszczoney stanowiącey Ellipsę, daiąc iey 1/12 lub 1/15 część z szerokości na wysokości. Inni podług wygiętości składaney z łuków koła. Nakoniec ponieważ gips ma własność skorego twardnienia dawali mu zawsze prawie pierwszeństwo przed zaprawą wapienną, kiedy go mieć mogli.

Co się tyczę sklepień tak zwanych płaskich plates to iest bardzo spłaszczonych, ~~na~~ uważa Rondelet że kładzenie cegły rzębem nayleppiey ~~im~~ przystoi tę sklepieniom wielkiey średnicy, zwłaszcza zaprawą wap: murowanych.

Ponieważ boki cegieł są równoległe tem więc lepiey do siebie przystawać będą im promień wygiętości sklepienia będzie większy zwłaszcza ieżeli ta wygiętość iest łukiem koła iednostaynym; lecz ieżeli iest pot Ellipsą lub z wielu łuków coraz mnieyszego promienia ku oporom złożona, krzywość zmieniaiąc się w każdym punkcie cegły kładzione ⊥e do niey coraz rozchodzić się spoienia między sobą tworzyć będą od zamku ku tymże oporom; tak że osiadanie nie mogąc się robić iednostaynie większe będzie dla części niższych sklepienia iak dla części wyższych co sprawia prawie zawsze rysowanie się ich w pośrodku pach zwłaszcza w sklepieniach na zaprawie wapna murowanych — Aby temu zapobiedz trzeba spoienia grzbietowe starać się wybiiać to iest utykać dachówki kawałkami.

W sklepieniach na gips murowanych moc tego wałka będąc znaczna większe sprawia pręzenie na mury. — Co się tycze wygiętości ich doświadczenie okazało że iednostayny łuk koła nayleppiey im przystoi; bo większa wygiętość sklepień Elliptycznych lub spłaszczonych w obłąk przytłoczony anse de panier nie może mieć mieysca ~~tylko kosztem~~ od oporów, tylko kosztem wygiętości części środkowey, która się przez to przy iednakowey wysokości sklepienia płaszczyzną stawać musi. — Ta zaś większa iey płaskość większe parcie wytwarza, i tem większe im będzie większą —

W dawnym

W dawnym Hotelu Biura woiennego w Wersalu na mieysce Stropow drewnianego porobiono Sklepienia płaskie z cegły rębem na gips układaney lecz zamiast kłaść te cegły rownolegle do murow to iest rzędami rownoległemi do ich osi układano ie rzędami obok siebie tuki poprzeczne to iest 1^{e} do kierunku murow iak to fig 11 i 12 wystawia — że te Sklepienia są kolebiaste enberceau wygięte iednostaynym łukiem koła którego strzałka czyli wzniosłość 1/4 części była iego cięciwy czyli szerokości Sklepienia, nie potrzebowano stawiać pod nie ciągłych krążyn bukszelowania, ale zrobiwszy krąg wintre 18 cali szeroki z deszczek posuwano go kolleyno po płatwach wzdłuż muru poziomo na słupach osadzonych w wysokości początku Sklepienia. Nie cwałey więc długości na raz sklepienie tworzono ale pasami poprzecznemi następnie, ukończywszy pas nad kręgiem posuwano go daley itd: krąg ten był związany spodem to iest równo z swą cięciwą iednym lub dwoma spięciami sablieres a to podług szerokości Sklepienia.

Ukończywszy tak Sklepienie wypełniano pachy drobną płytą mortier mu: ruiąc na gips, a na grzbiecie iego do przewagi wyrownanym kładziono po ie: dney lub dwie Ankry z żelaza płaskiego a to podług długości Sklepienia dla związania murow przeciwległych. Tym także sposobem porobiono Sklepienia w 5 piętro nad sobą w Hotelu Spraw zagranicznych, i wszystkie się do dziś dnia utrzymały w dobrym stanie; nayważnieysza część Pokojów ma po 18 stop szerokości a 25 długości — Na tych Sklepieniach iescze w rożnych piętrach porozpierano przegrodne ściany z cegły na płask kładzioney maiące 5 do 6 cali grubości wraz z tynkiem — Utwierdzono sklepienia naprzeciw przechodu szuflad kominowych, prętami żelaznemi zgiętemi linteaux de fer coudés w murach osadzonemi.

Ten układ cegieł może rownie bydź użytym w konstrukcyach sklepień na Zaprawie wapna, lecz trzeba robić odrazu pod ich całą przestrzeń bukszelowanie i zostawiać ukończone Sklepienie na niem dopoty dopoki zaprawa nie sprze: pnie przywoicie i nie stwardnieie. Sądzi nawet Rondelet że takie Sklepienia mniey by mogły rozpierać iak rzędami cegieł rownolegle do murow kładzioney dla przewięzi między cegłami która by utrudzała rysowanie się podłużne Sklepień — Pachy wypełnity by się drobną płytą na Zaprawie, do przewagi ie wy: rownawszy położyłoby się Ankry płaskie, iak dla Sklepień na gips stawianych —

Sklepienia na gips murowane mogą bydź korzystnie używane w mieysz: szych suchych, pod zaciszem od niewygód powietrza; lecz w innych wszystkich przy: padkach lepiey ie robić na Zaprawie wapna, bo gips się rozkłada i utraca swoy mocy na wilgoci. —

O Sklepieniu z cegły na płask kładzioney na Gips.

Ten sposob robienia Sklepień nieco podobny do używanego przez Rzymian, iest w używaniu od czasu niepamiętnego w Depart: Nizszych Pyreneow dawniey Rous: sillon — Marszałek de Belle-Isle widząc takie robiony w tym kraiu, iest pierwszym który ie kazał robić dla zabezpieczenia od pożaru budowl staiennych, wozowni i stodoł granges swego Zamku w Bisy blisko Vernon. Aby bydź pewnieyszym iżby się lepiey powiodły sprowadził rzemieślnikow z kraiu. Naywiększe Sklepie: nia iego były nad stayniami bowiem 40 metrow na dłuż a 10 na szerokość, By: ły kolebiaste enberceau z wygięciem w obłąk zgnieciony anse de panier którey wysokość była 1/5 częścią szerokości wewnętrzney. Nie robiono ich iak w roku po wyprowadzeniu murow i ukończeniu pokrycia, to iest gdy osadzono ze

bez

się obległy zupełnie i grunt pod niemi się obsiadł. Mury te były z płyty moilon z filarami chaines kamiennemi w odległości mniey więcey od 5 metrow. Grubość tych Murow była około 82 centymetrow, to iest ½ części szerokości wewnętrzney. Stawiaiąc te mury zostawiano ustępy rowno z oporem w przyzwoitey wysokości ku maiących sklepień czyli nasady 15 do 16 cent: głębokie, warstwy muru nad niemi wypuszczaiąc coraz daley w nadpion, aby się wiązały w pachach z murich zamurowaniami iak fig 13 i 14 Tab 92 okazuie—

Nie kazano robić pod takie sklepienia ciągłego bukselowania ale kręg z desek ieden metr tylko długi, ktory koleyno posuwano po płatwach wzdłuż przy murach i przedłużeń rowno do przedwagi ułożonych niewzruszenie na słupach w wysokości oporow— Pasami więc sklepienie robiono zostawiaiąc straby des harpes w kazdym pasie aby się wiązał z następnym.

Poczynaiąc sklepić nayprzod oczyszczano i skrapiano wodą łożysko nasady tranchée dla położenia pierwszych cegieł od oporow; pierwszą warstwę cegły kładziono na płask na kręgu namazuiąc każdą cegłę w dwoch krawędziach prostokątnych ktoremi miały przylegać do cegieł iuż ułożonych; wprzod iednak każdą cegłę maczał robotnik w kubełku wody aby ułatwić mocnieysza spoynosci gipsu z cegłą. Ułożywszy tak dwa lub 3 rzędy pierwsze od oporu, kładziono na nich drugą warstwę aby zdwoić grubość sklepienia iednak tak aby się spoienia ich wszędzie krzyżowały z spoienia cegieł spodnich, to iest tak wzdłuż iak poprzek: tym końcem kładziono pierwszy rząd drugiey warstwy na mały bok iego grubości, i przywodzono go do ¾ długości aby dosięgnąć środka drugiego rzędu części wewnętrzney. Inne rzędy cegieł drugiey warstwy kładziono zwyczaynie na ich bok długi— ~~Przed~~ kładąc każdą cegłę drugiey warstwy wprzod pierwszą powlekano niby tynkiem, i obmazywano ich boki iak w warstwie spodniey.— To sklepienie odbywało się razem od nasad przeciwległych aby kręg iednakowo był obciążanym; pośrodku do środka osadzano na płask klucz czyli zamek z tey cegły w podłuż lub poprzek ktorą w razie potrzeby przycinano aby szczelnie przestwor w środku zostaiący wypełniała.

Mularze tym końcem używaią młotka z siekierką w drugim końcu, ieden służy do pobiiania cegieł w kładzeniu, drugi do przycinania kluczow— To pobiianie powinno się robić tylko z bokow, nie w płask cegieł uderzaiąc aby się nie łupały— ręką zaś przyginała się ie z gory—

Nie wypełniano pach tych sklepień aż po zupełnem ich ukończeniu, a to za pomocą drobnego kamienia moilon na gips aż do przedwagi z wierzchem zamku— Dla małych sklepień zamiast wypełniać pachy całkowicie dawano tylko małe murki wsporne eperon z cegły na płask kładzione, w odległości iednego metru— Naywiększa liczba tych sklepień nie ma iak ¹⁄₁₂ części z szerokości na wysokość— Wspodzie ie otynkowano na 8 do 9 linii grubo, i podawano dla ozdoby gzemsy wyżey nasad, aby się sklepienia zdawały ieszcze płaskieyszemi, i dla złagodzenia kąta pod iakim się łukowatość ich z pionem murow spotyka w kształt szyiki—

Rondelet uważa: że kręgi czyli bukszele ruchome nie są tak korzystne w tym rodzaiu konstrukcyi, iak w sklepieniach Biura Woiennego użyte, bo tu iest trudniey pogodzić za każdym razem pasy posuwaiąc buksel z przyczyny strab ktore tu zostawiano musiano dla zachowania przewiązki.

Wreszcie takie prosta travées sklepień osobno robione wywieraią ciśnienia rożne względnie parcia gipsu. Nadto ieżeli uważemy że zawsze iesteśmy z nakładami kłaść płatwy i stęple dla utrzymania kręgu i posuwania go wzdłuż

całey

cały przestrzeni, że to postawanie i przyrządzanie go niezmiernie wymaga czasu, a zatem że z tego kont znaczniejszy wynika jak ostrożność na ciągłe podbudowanie, nadewszystko zaś że za dobrocią roboty nie można przytey ostrożności ręczyć, lepiey zatem byłoby zawsze dawać oparzenie pod całe Sklepienie na kilku więcey krężynach, jak się zwykle robi. — Jeszcze to uważać można że kręgi ruchome tylko dla sklepien barythowych berceau stuża, tego zaś rodzaiu Sklepienia nie używa się w pomieszkaniach. — Klasztorne lepiey im przystoią, iako lepiey godzące się z gzemsami, i mniey rozpieraiące.

Sklepienia płaskie klasztorne nazywaią się en imperial to iest Karecianie dla ich podobieństwa z wierzchem Karet. Wykonywaią się iak poprzedzaiące na buklach deszczkami opierzanych. — Buklety czyli krężyny tutay oręciach całe części przechętne lub stosowane tak się stawiaią na wokoło będących płatwach że deszczkami obite kształt Sklepienia tworzą. iak to fig. 15. 16. 17. wystawiaią. Nie pokrywa się ich deszczkami aby od razu ale w miarę iak się sklepienie wznosi a to dla wygodney około niego roboty. Murując sklepienie przybija się naypierwod pierwszy rząd deszczek, na nim układy warstwa cegieł lub dwie, którą ukończywszy dopiero się do murowania drugiego rzędu na znow podłożonych deszczkach przystępuie. Dla tego przestrzegaiące aby nigdy drugiey warstwy nie rozpoczynać dopóki pierwsza całkiem nie iest ukończoną nie została. Robotnicy stoią na rusztowaniach pochyłych letkich, pochyłość ta iest tą iaka ceniono potsklepienia aby wygodnie robić mogli.

W tedy dopiero przykrywanie kolejne deszczkami krężyn ustaie kiedy przestwor iuż tam mały został że go uzupełniać więcey dla robotników stoiących nie można. Reszta wykonywa się z wierzchu. W tey robocie trzeba się starać ciągle z sposobu dobrze wiązać obficie gipsu w spoinach dodaiąc i na powierzchniach do się przylegaiących, bo na gipsie który ie wiąże cała moc tego rodzaiu Sklepienia zawisła. Moc ta w dobrze zrobionych iest zastanawiaiąca. Spuszczony cios 40 do 50 lett ważący z wysokości 4 do 5 stop przebił tylko sklepienie ale go pomimo wstrzęśnienia nie nadwerężył w reszcie.

S. Arabia d'Espie który wydał dziełko o tym rodzaiu sklepien przytacza wiele zdarzeń i doświadczeń stwierdzaiących ich stałość. — Zob: Autora k. 49. 50. 51. 52. 53.

Jeden z obywateli Langwedoku karawszy wystawić iedno z takich Sklepień na starych murach, ieden z tych murów po niejakim czasie odszedł od pionu i oddzielił od innych równie iak od sklepienia gdzie się przy oporze uformowała szpara znaczna, sklepienie więc to zostawało w zawieszeniu na 3 murach tak że stary mur zburzono nowy wzniesiono i związano z sklepieniem które się to niczem nie uszkodziło —

Inna osoba niechcąc się odważyć na stawianie takich sklepien płaskich kazała zrobić ramę z drewna strubowaną w końcach — wyprowadzono w tey ramie Sklepienie Karecianie en imperial 1 sążen w kwadrat maiące a około 1 stopy wzniesione. Gdy wyschło odięto ramę, sklepionko to popychano po podłodze od końca do końca sali; co mu nic nie szkodziło; potem tyle nań kamienia nakładziono ile się mogło zmieścić, iednak i to w niczem go nie uszkodziło bynaymniey — nakoniec starano się go popsuć rzucaiąc silnie kamienie, te po powtarzanych razach robiły dziury, lecz go nie zepsuły całkowicie i dopiero ottłukiwano go kawałkami.

Inna osoba kazała zrobić Sklepienie Karecianie, przypiłowal io 4ch stronach oprzeć w rogach; Tak odłączone od murów znacznym ciężarem obarczono bez naymnieyszego przypadku —

Oto iest:

Oto iest co sam Autor iak mówi zrobił na Sklepieniu Kaflowanem który kazał wystawić nad Izbą, który każden bok nie miał więcey nad 4½ sążni. Zaledwo było ukończonem kazał go obciążyć w środku 1750 cegły wielkiey, z których każda ważyła 25 ℔. co czyniło ciężar 43750 ℔. zostawił go tak, przez dwa dni. Na takie obciążenie drżeli robotnicy boiąc się o niego. mówiąc że gdyby miało owe pachy wypełnione możnaby na niem taki kłaść ciężar iak się podoba i za nie go ręczę, iednakowoż pomimo tego że pachy były otwarte zdięto na powrót z niego ciężar bez nayczmnieyszego uszkodzenia.

Kazał w sklepieniu innem nowo zrobionem powybiiać dziury w 7 lub 8 miejscach dosyć blisko siebie, dziury miały około 6 cali średnicy, można iednak było po brzegach dziur chodzić, obciążano sklepienie bito w niego, to wszystko żadnego skutku nie przyniosło.

Nakoniec w części budowli 3 sążnie szerokości w świetle maiącey nad $4\frac{2}{3}$ sążni długości przestrzenia około który mury 2 stopy tylko miały grubości a 42 wysokości kazał zrobić 3 takie sklepienia nad sobą, a nad ostatnią kazał wznieść dach tak zwany przez niego ceglany comble briqueté. aby dać wyobrażenie ciężaru tych dachów które fig 18. 19. 20 wyobrażaią, opiszemy ie podług dziełka wyżey cytowanego. Na ostatniem sklepieniu które miało znosić dach ceglany powyprowadzano przegrody aż do pochyłości dachu, z drugiey strony znoszące sklepienie opatrzone na 5 stóp średnicy formuiące korytarz środkiem pod ostrzem dachu. aby tam było można chodzić w razie potrzeby. Grubość tych przegródek była na 2 cegły rąbem układzioney na płask przy sobie, z warstewką gipsu w śrzodku dla związania iey. cegły maią 15 cali długości 10 szerokości a 2 grubości. Przegrody te maiące nieco więcey nad 4 cale grubości są dawane w odległości od siebie o 12 cali są powiązane z sobą w górze dwoma rzędami cegły na płask w poprzek na sobie układzioney. że cegły maią 15 cali długości, a odległość przegród iest 12" więc się wspieraią na nich 1½ calami z każdey strony.— Sklepienie środkowe wspiera się przy oporach na rzędzie cegieł i zrobione iest podobnież z dwóch warstw cegły na płask na gips układzioney.— Na pochyłości dachu tak z dwóch warstw cegły ułożoney iest dane pokrycie z dachówki żłobczastey czyli gąsiorkowo na zaprawie wapna.

Uważaiąc że każda cegła waży 25 ℔. możnaż sobie wystawić iak ogromny ciężar ciąży na takim płaskim sklepieniu; a co iescze zastanawia że podług sprawy zdaney Akademii Tuluzkiey nie użyto do tey konstrukcyi żadnych łańcuchów ani ankrów.—

Podług tego wszystkiego P. l'Espié mniema się być upoważnionym utrzymywać że dla utrzymania takich sklepień nie potrzeba wielkiey grubości murów, bo sklepienia te nie rozpieraią owszem stawaiąc się iedno ciało razem są w stanie trzymać mury niż ie obalać; doświadczenie go nauczyło że murki przegrodne 4 do 5 cali grube daią opór tym sklepieniom choćiaż 4 sążnie szerokim—

Doświadczenia Rondeleta nad mocą z iaką gips wiąże cegły zdaią się usprawiedliwiać to mniemanie.— Z tem wszystkiem Rondelet choćiaż przyznaie że podobne sklepienia nie wywieraią parcia, dla różnych iednak obaw zdarzeń mogących im szkodzić zwłaszcza zas kolebczastym bercaux doradza nie polegać zupełnie na mocy gipsu, kilka łańcuchów chaînes żelaznych umieszczonych przyzwoicie mogłyby zapobiedz tym przypadkom.— Sklepienia krzyżowe lub klasztorne mniey są usposobione aby się rozszerzały; potrzeba nawet przypadków nadzwyczaynych aby ten skutek w nich mógł mieć mieysce—

Sklepienia

Sklepienia Pałacu Bourbon

Aby uniknąć kątów wklęsłych w Sklepieniach klasztornych w tym Pałacu zrobiono na 4 stronach Sklepienia wygięte iako część Sklepień kulistych; tak koła który formuie krzywiznę ich ma 1/12 części z cięciwy czyli Sciany na wierzch.

Sklepienia te są murowane na gips dwoiakim sposobem. Pierwszy za pomocą posadzek kwadratowych 8 cali boku maiących, a 1 cal grubości, które kładziono na płask w przewiązkę i podwoynie na sobie iak się w tych o których był dopiero powiedziało. Stawiano ie podobnie na Kręgach z krzyżyn deszczkowych na których zamiast desek przybiiano łaty. Cegły kładzione były ukośnie en losange; wierzch grzbietu był wzmacniany murkami wspornemi z cegły na płask kładzioney i w odległości od siebie o ieden metr. Są niektóre połączone z sobą sklepionkami aby uniknąć zbytniego obciążenia pach—

Drugi sposób iest z cegły zwyczayney rzębem kładzioney i rzędami równoległemi do przekątniów. Stawiano ie na krzyżynach podobnych iak poprzedzaiące i z murkami wspornemi na grzbiecie podobnie rozłożonemi i pospaianemi z porzeglami tirant żelaznemi płaskiemi co 9 stop, ukończonemi zewnątrz murów ankrami— Sposób ten lepszy iest iak poprzedzaiący i robi sklepienia mocnięsze. Starano się dawać kierunek cegłom w strony przeciwne rzędom cegieł w Sklepieniach które się łączą, ażeby się wspierały contrebutent w reszcie te Sklepienia nic nie maią nadzwyczaynego będąc powiązane mocnemi łancuchami żelaznemi i na murach grubych się wspieraiąc—

Dachy wyobrażone w fig 21 są utworzone z cegieł kwadratowych 8 calowych a 1 cal grubych na płask podwoynie na sobie kładzionych. Sklepienia wewnętrzne iest w półcyrkla z częścią prostą od spodu do rynny prowadzoną— Dla części wierzchniey zrobiono część łuku gotyckiego, a nad nim dwie drugie części proste dla utworzenia ostrza dachu, pod kątem o 104°. W wydrążeniach evidements wewnętrznych zostawiono troykąty z drzewa które służyły do utrzymania cegieł w części wznoszenia części dachu murowanych prostych.— Wyloty czyli lunety są z cegły. Układ ten iest daleko lepszy iak Dachy ceglane proponowane przez P. l'Espie— Spodek iest podparty częścią prostą idącą do rynny i małemi murkami pokrzyżowemi dymników; nawet by może lepiey przystawało nie zostawiać w tem mieyscu ostrości A^{ch} aby większy uzyskać odpór przeciw listwiemi części wierzchniey które iest potrzebne, w przypadku gdyby się przez iakie zdarzenie miało zrobić pęknięcie po nad dymnikami iako w części naysłabszey; Zamiast 3 części sklepień pod ostrzem dachu może by było lepiey zrobić iedno tylko gotyckie od samego spodu z częścią prostą od dołu aby mu większą moc nadać iak fig 22 okazuie. Uważa się ieszcze że cegły do tey konstrukcyi użyte są nieco za cienkie; powinny były mieć przynaymniey 1½ cala grubości—

o Sklepieniach z Garncarszczyzny.

Ponieważ się Sklepienia płaskie z cegły na płask lub rzębem kładzioney nie zawsze udawały, niektórzy konstruktorowie nie dochodząc tego przyczyn, wymyślili robić ie z garncarszczyzny en poteries lub cegły dętey briques creuses—

Sposób ten wystawiaiący korzyść z względu lekkości sklepień przyiętym został z upodobaniem; robiono w tym rodzaiu Sklepienia zupełnie płaskie które się nie utrzymywały tylko mocą związków żelaznych we wszystkich kie

runkach

runkach mierzonych aż do zbytku; robiono takie teraz obłąki cintres z uzbroieniami żelaznemi za których pomocą się utrzymywały, tak że w czasie kiedy Rondelet pisał swe dzieło, to było sposobem nayużywańszym dla sklepień płaskich i stropów pomieszkań, gdzie nie chciano używać drewna.

Dawano tym cegłom dętym różne kształty i wymiary; iedni robili ie z podstawą □ z brózdkami sillons, wgłębieniami renforcement i dziurami w ścianach aby się ich lepiey gips chwytał; są inne kwadratowe górą a okrągłe w spodzie; inne maią za podstawę prostokąt iak małe płyty moilon. Widział Rondelet i z podstawą ~~ośmio~~ sześciograną aby utworzyć posadzkowanie na wierzchu, fig: 23. 24 25. 26. Boki lub średnice tych cegieł maią 9 do 20 centim:, a 11 do 25 centym: wysokości. Wreszcie ponieważ prawie zawsze umyślnie ie robić rozkazywano każdy dawał im formę i wymiary ney iakie sądził być naykorzystnieyszemi; cena więc ich była różna lecz zawsze mnieysza od cegieł litych i pełnych. Nie więc oszczędność wprowadziła ie w używanie, ale pewność lepszey roboty. Fig: 27 i 28 okazuią cegły na miejscu iuż ułożone w sklepieniu, a fig: 29. 30. 31. 32. 33 ich układ w planie tak od spodu iak od góry.—

Chcąc stawiać z tych cegieł strony zupełnie płaskie, lepiey przeprowadzać przez ich grubość sztęgle lub uzbroienia iak nad niemi; powinny być iak być może naybliżey spodku i z płaskiego żelaza rzębem kładzionego. Fig: 24 okazuie wcięcie zrobione w cegłach dla przepuszczenia sztęgłów takowych.— Do ich obłączystości cintre nie potrzeba tylko kilku belek podstęplowanych od spodu z deszczkami w poprzek, lub łatami dla utrzymania rzędów cegieł w miarę iak będą ie kładzie: trzeba w tey czynności więc tych samych ostrożności i usilności iak się dla cegły pełney wymieniło, to iest macząc ie w wodzie przed ułożeniem w miejscu, i dobrze gipsem lub zaprawą spojenia zalewać, bo można by używać ich i w miejscach wilgotnych:| i kłaść ie w przewięź. Sklepienia zupełnie płaskie wymagaią większey grubości iak wygięte. Ta grubość nie mogłaby być mnieysza od 1/30 części szerokości, i zawsze trzeba ie nieco wznieść w górę środkiem to iest 1/100 szerokości ponad liniią poziomą.— Nie doradza się używać ich dla pokojów większych od 7 do 8 metrów szerokości. Że się cegły dęte nie mogą ani obcinać ani przecinać, prawie zawsze potrzeba wymaga robienia Zamku sklepiennego z cegły zwyczayney równie iak krawędzie krzyżowe sklepień krzyżowych i kopankowatych.— Wreszcie sklepienia z powierzchnią wygiętą z cegły dętey mogą się wykonywać na buzdelach iak i z cegły zwyczayney

Tablica dla oznaczenia grubości sklepienia w kluczu – w Paryskich Stopach – calach i liniach wyrażone. podług Hampla

Średnica sklepienia	w Mostach			w Mieszkaniach			Lekkie i nieobciążone		
Stopy	St.	Cale	Lin.	Stop.	Cale	Lin.	Stop.	Cale	Lin.
3	1	1	6	–	6	9	–	3	5
6	1	3	–	–	7	6	–	3	8
9	1	4	6	–	8	3	–	4	2
12	1	6	–	–	9	–	–	4	6
15	1	7	6	–	9	9	–	4	11
18	1	9	–	–	10	6	–	5	3
21	1	10	6	–	11	3	–	5	8
24	2	–	–	1	–	–	–	6	–
27	2	1	6	1	0	9	–	6	5
30	2	3	–	1	1	6	–	6	9
33	2	4	6	1	2	3	–	7	2
36	2	6	–	1	3	7	–	7	6
39	2	7	6	1	3	9	–	7	11
42	2	9	–	1	4	6	–	8	3
45	2	10	6	1	5	3	–	8	8
48	3	–	–	1	6	7	–	9	–
51	3	1	6	1	6	9	–	9	5
54	3	3	–	1	7	6	–	9	9
57	3	4	6	1	9	3	–	10	2
60	3	6	–	1	9	6	–	10	6
63	3	7	6	1	9	9	–	10	11
66	3	9	–	1	10	6	–	11	3
69	3	10	6	1	11	2	–	11	8
72	4	–	–	2	–	7	1	–	–
75	4	1	6	2	0	9	1	–	5
78	4	3	–	2	1	6	1	–	9
81	4	4	6	2	2	2	1	1	2
84	4	6	–	2	3	7	1	1	6
87	4	7	6	2	3	9	1	1	11
90	4	9	–	2	4	6	1	2	3
93	4	10	6	2	5	3	1	2	8
96	5	–	–	2	6	7	1	3	–
99	5	1	6	2	6	9	1	3	5
102	5	3	–	2	7	6	1	3	9
105	5	4	6	2	8	3	1	4	2
108	5	6	–	2	9	7	1	4	6
111	5	7	6	2	9	9	1	4	11
114	5	9	–	2	10	6	1	5	3
117	5	10	6	2	11	3	1	5	8
120.	6	–	–	3	–	–	1	6	–

w tey Tabelli iest przyięto wszędzie iż grubość sklepienia przy Oporach razy 2 większą iest iak w Kluczu.

w 1ey rubryce iest grubość sklepien najcięższych to iest iak w Mostach –

w 2ey iest dla sklepień średnich, to iest do znoszenia miernych ciężarów usposobionych, i mogących się używać za ~~pod~~ Stropy w pomieszkaniach i podłogi.

w 3ey są lekkie sklepienia żadnego ciężaru nie znoszące – jak nad kościołami – salonami.

Uwaga ~~w Gotyckich sklepieniach ta tabella nie~~ służy ~~w~~ tych sklepieniach ~~najmniejsza grubość~~ iest 6 cali – a najwięcey 1 stopa – .

o Grubości Sklepień

(Randnotiz: ...pno i inne sposoby zawarcia)

Istotna iest rzecz, azeby sklepienia ... grubość do stateczna, od się utrzymały, a która rożna bydź może podług przeznaczenia i szczegulności iego Sklepienia. — Sklepienia mogą bydź obciążane ciężarami albo wystawione na wstrząśnienia iak są mostowe, potrzebuią więc większey grubości iak sklepienia domow mieszkalnych pomiędzy piętrami, stanowiące podłogi tych pięter — te znowu grubsze bydź powinny iak Sklepienia kościelne bo te nic na sobie znosić nie maią, — nakoniec ieszcze te ostatnie grubsze bydź powinny kiedy maią bydź pokryte dachem iak zupełnie odsłonione, na niewygody powietrza wystawione. — i miejsce dachu zastępuiące.

Grubość sklepień mostow starożytnych zmienia się od $\frac{1}{10}$ do $\frac{1}{12}$ dyametru arkad. Alberti przepisuie żeby nie była mnieysza od $\frac{1}{15}$

w Programmie Kursu konstrukcyi Sganzina czytamy:

Doświadczenie skutkiem dobrem potwierdzone ustaliło w Oddziale Drog Mostow sposob praktyczny znaydowania grubości wszelkich sklepień przy kluczu„

Bierze się $\frac{1}{24}$ część z szerokości Arkady, dodaie się do tego stała ilość 1 stopy, i od tego wszystkiego odciąga się $\frac{1}{144}$ część otworu. — reszta iest grubością szukaną.

np. szerokość arkady iest 30 Łokci — tego $\frac{1}{24}$ część czyli 1 łokieć cali 6. — dodaie się cali 12 co czyni cali 42. od tego się odciąga $\frac{30}{144}$ łokcia czyli cali 5, więc grubość Sklepienia przy kluczu będzie cali 37. —

Co się tycze Sklepień które nie mieją znosić żadnych ciężarow Rondelet przepisuie:

Znalazłem mowi tak iak P. Couplet że naymnieysza grubość Sklepienia rowney wszędzie grubości, azeby się mogło utrzymać nie ~~może bydź~~ powinnoby bydź iak mnieysza iak $\frac{1}{50}$ częścią promienia. —

Jednakowoż ponieważ cegła i Kamień w praktyce nigdy nie są tak ~~równe~~ doskonałe iak ie chce ~~...~~ teorya przypuszcza, można przywieść naymnieyszą grubość Sklepień beczkowych

od 9 do 15 stop promienia do 4 cali bydź sięzie robi z dwoch warstew cegły na płask kładzionej lub z iedney na kant. — A 5 cali kiedy Sklepienie ma bydź z Kamienia miękkiego. — Więc to wypada od $\frac{1}{27}$ do $\frac{1}{45}$ promienia czyli $\frac{1}{54}$ do $\frac{1}{90}$ średnicy. i powiększaiąc tę grubość od klucza do oporow.

Lecz kiedy boki będą wypełnione aż do mieysca gdzie się sklepienie pęka w nerkach, znaleziono że dla sklepień gotyckich ta grubość może nie bydź tylko $\frac{1}{40}$ promienia, dla sklepienia półkolistego $\frac{1}{66}$.

Dla sklepień kulistych, wcześnie się na naymnieyszą grubość $\frac{1}{5}$ części liczniwy tuku poniżey kluczem a punktem pęknięcia ten ostatni sposob może bydź zaaplikowany do sklepień gotyckich, w szczególności beczkowych dodaiąc do wypadku z iego działania $\frac{1}{144}$ części wspomnionej

Rondelet: Jeżeli rozważamy sklepienia starożytne nowe i starożytne znaydziemy że dla mostow od 10 do 12 sążni franc: spręgu naymnieysza grubość sklepienia z łoża iest $\frac{1}{15}$ częścią średnicy. i to z Kamienia średnio twardego. — W niektorych mostach nowszych maiących 10 sążni spręgu grubość sklepienia przy kluczu iest tylko 1 sążeń. Lecz uważaiąc że most 4ª sążnie szerokości nie mogłby mieć mniey od 2 stop przy kluczu co czyni mniey od $\frac{1}{12}$ części spręgu, tych więc terminow się Rondelet chwycił dla złożenia Tabelli grubości Sklepień dla rożney szerokości — Zob: niżey.

$$\left(\frac{a}{24}+1\right)-\frac{a}{24}+1=\frac{g}{144}.$$

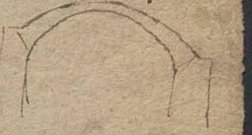
$$\left(\frac{a}{24}+1\right)-\frac{a}{144}=\frac{a}{29}+1.$$

Lub okrągło = 1 stopie + $\frac{1}{30}$ z szerokości arkady

Podług Rondeleta zaś: sklepienie półkoliste rowney wszędzie grubości nie mogłoby się utrzymać z czterema ...ów stronie podług doświadczenia i zasad matematyki ieżeli grubość iego fig. 1. będzie mnieysza od $\frac{1}{17}$ części średnicy, iakkolwiek będzie grubość murow podsklepiaiących — Jednak się to sklepienie utrzyma ieżeli Sklepienie będzie w $\frac{2}{3}$ tey grubości a od oporow grubsze fig: 2.

Kiedy sklepienie pogrubia się coraz ku oporom fig: 3. wtedy grubość iego w kluczu 5. razy mnieysza bydź może iak przy iednakowey wszędzie grubości zatem grubość ta przy kluczu może nie bydź tylko $\frac{1}{80}$ średnicy. Rondelet.

3.



Dla Sklepień murowanych na wapno dodać się 1/96
a dla sklepień z kamienia miękkiego ciosowego 1/72
kiedy nie maią znosić ciężarów. — Grubość ta będzie
też powiększać od klucza ku murom dając się tam
gdzie się od murów wystąpi 1½ raza tę grubość. Tym
wymiarem są Sklepienia beczkowe S. Genowefy.

Sklepienia krzyżowe, talerzowe — kuliste tey samey
średnicy iak beczkowe mogą mieć mnieyszą gru-
bość, a zatem można im nie dodawać do opera-
cyi profilom odpowiadaiących.

Sklepienie beczkowe S. Piotra w Rzymie ma 82
stop rzym: średnicy, iego grubość przy kluczu iest
3 ½ stop. to iest 1/24 części średnicy.
Wiele kościołów Gotyckich maiących Sklepienie 44 do
45 stop średnicy, maią tylko grubość Sklepienia przy
kluczu 5 do 6 cali.
Wreście Sklepienie Portyku S. Genowefy ma 58 stop
średnicy, i nie ma tylko 8 cali przy kluczu. to
iest 1/90 średnicy, ale przy murach iest 2 razy
grubsze. —

Obłąk tego Sklepienia iest Elliptyczny i zniżony więcey iak do [illegible]
części półcyrkla, o średnicy nie ma tylko 18 stop 1⅓ cala

Jaka Grubość Sklepień u nas w Praktyce się robi
zwykła powiedziano się wyżey w Art: o Sklepieniu Be-
czkowym.

Tabella grubości sklepień przy kluczu, Elliptycznych lub półcyrklowych. — ta grubość zwiększa się do oporów tak że przy nich dwa razy staie się większą. a to podług Rondeleta

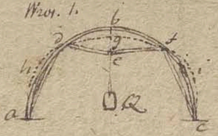
Szerokość stop	w Mostach (stopy, cale, linie)	Średnie Sklepienia	Lekkie
3	1. 1. 6.	0 6 9	0 3. 4½
6	1 3	0 7 6	0 3. 8.
9	1 4 6	0 8 3	0. 4 - 1½
12	1 6	0 9 —	0. 4. 6.
15	1 7 6	0 9 9	0 4 10½
18	1 9	0 10 6	0. 5. 3
21	1 10 6	0 11 3.	0. 5 7½
24	2. — —	1 — —	0. 6. —
27	2 1 6	1 — 9	0 6 4½
30	2 3 —	1 1 6	0 6 9
36	2 6 —	1 3 —	0: 7 6
42.	2 9. —	1 4. 6.	0. 8 3.
48.	3 —	1 6. —	
54	3 3 -	1 7 6.	
60.	3 6 —	1 9 6.	
66	3 9 0	1 10 6	
72.	4. — —	2 — —	
78	4 3 0	2 1 6	
84	4 6.	2 3.	

Szerokość	Mosty	Średnie
90	4 9 0	2. 4 6.
96	5. 0 0	2 - 6 —
99.	5 1. 6.	2. 6 9.
102.	5 3.	2 7 6.
108	5 6.	2 9 0
114	5 9.	2 10 6.
120.	6. — —	3. — —
33	2 4 6	
39	2 7 6	
45	2 10 6	
51	3 1 6.	
57.	3 4 6	
63	3 7 6	
69.	3 10 6	
75	4 1 6	
81	4 4 6	
87	4 7 6	
93	4 10 6	
105	5 4 6	
111	5 7 6	
117.	5 10 6.	

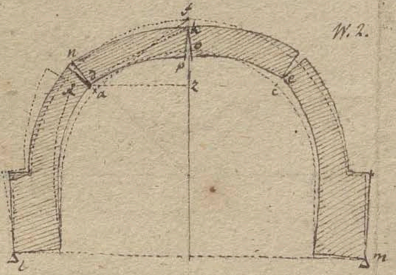
W tey Tabelli tylko dla mostów rubrykę dobrze było
wypisać. — bo dla Sklepień średnich trzeba przez [illegible]
tyle grubości co dla mostów, a dla mostów lekkich [illegible]
też nie obciążonych przez pół tyle iak dla średnich.
dla tegoż nawet Tabelli nie dokończył. —
Przez Sklepienia średnie rozumie stanowiące pod-
łogi w domach mieszkalnych w różnych piętrach
zaś przez Sklepienia lekkie te które nic nie znoszą
iak są nad kościołami —
Tabellę tę Rondelet wyrachował dla kamienia
średniey twardości

Inny sposób uważania rozpierania Sklepień – to iest na podobieństwo krokiew

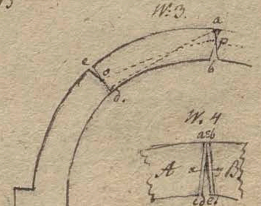
83 Wygięty obłączysto pręt drewniany abc, i utwierdziwszy iego końce a, c mocno, ieżeli w środku iego b zawieszemy ciężar Q, lub innym sposobem obciążemy iego część dbf, pręt ten spłaszczy się w górze, a przeciwnie wygnie się bardziey w mieyscach h, i, ieżeli obciążenie go przewyższa iego moc spoyności, złamie się w 3 mieyscach d e f razem –



84 Doświadczenia Boisarda wyżey przywiedzione przekonały go że pękanie Sklepień w taki sam sposób się robi, to iest: Że wierzchnia iego część afc pęka w 3 mieyscach a o c, w środku fo pomiza się formuiąc szparę klinowatą szerszą od spodu przeciwnie zaś wznosi się w pachach a, c robiąc szparę klinowatą szerszą od góry



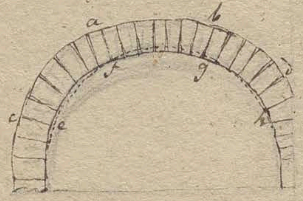
krawędzie więc d, k, e w tym położeniu Sklepienia całego ciężaru sklepień doznaią – Że to pękanie nie może się ~~dotyczeć~~ [robić] w twardszych częściach sklepienia, ale owszem w tych które są mięższe, a takiemi są zwykle – Spoiny wapienne pomiędzy kamiennemi Zwornikami w Sklepieniach z ciosu a pomiędzy cegłą w Sklepieniach kamiennych – Grubości zaś tych Spoin z wapna za nic liczyć nie można, widać więc ~~iak mało można w praktyce liczyć na moc krawędzi d, k, e a zatem grubości spoin wapiennych~~ – W mieyscach więc d, k, e ciśnienie całe Sklepienia na moc wapna zawisło, ale [które ponieważ] w takim położeniu iako neymocniey: ~~że wapno~~ skruszyć się [łatwo] może, nie może więc mieć tak ostrych krajów iak go wykreślenie mieć chce – Nie można więc punktów opornych pękniętego sklepienia brać w punktach d k e, ale w pewney odległości od nich – to iest nie można dwie części sklepienia A.B Wzor 4. miały punkt oporu w punkcie c w pośrodku grubości Spoiny Wapienney ab ale niżey. Dla ułatwienia rachunku brać się więc będzie zawsze punkt naciśku w połowie grubości sklepienia xy. to iest w punktach o, p Wzor. 3. – tym sposobem części sklepienia deab więcsze wypiercie będzie przeciw ko:



De la Hire uważaiąc bryłę wyższą Sklepienia rozpieraiącego iako klin przypuszcza że ten klin może się porusząc zsuwaiący się po równi pochyłey, co iednakowoż się nie spostrega w sklepieniach nierysowanych, ~~pękniętych nie zo~~ przy pęknięciach nie robią się żadne trety czyli ustępy, i powierzchnia zostaie równa od spodu nayczęściey – Boisarda więc przypuszczenie zdaie się być prawdziwsze –

ryzontalne na mur eq. niżeli gdyby się brało pun:
kta d, a za punkta nacisku, bo linia op płaszczy
zna położenia iak ad. –

Lecz możnaby tu zarzucić że szukaiąc grubości murów
podsklepien nie szuka się ich dla sklepień popękanych
pękać mogących ale dla całych, na to więc wzgniata:
nie się i kruszenie wapna w przełamach względu
mieć się nie należało; iednakowoż dla tego na to
się odpowiada, że ~~tobo~~ sklepienie ~~się pękni~~ świeżo
wystawione, a nawet i ~~pr~~ tyle zlężałe że można spod
niego krążele wybić przecież się oblega, to iest po:
niża się w środku a wypęcznia w pachach, zysku:
iąc nowym ciężarem Wapno w stosugach bardziey
na swey powierzchni ab
niżeli w spodzie fg. Prze:
ciwnie zas Wapno w stosu:
gach w długościach Skle:
pienia ac, bd, bardziey
iest ściskane od spodu ef
gh niżeli na wierzchu ac
bd., za czem koniecznie

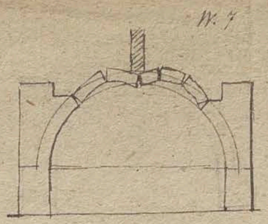


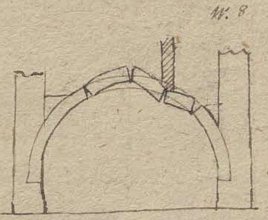
iż musi że część środnia Sklepienia abfg płaszczy:
zną stać się musi niżeli była obłączystości krążeli
stanowi się zas płaszczyzną iey pręzenia na boku
~~w krawędziach~~ czyli mury będą większe niżeli by były
gdyby się Sklepienie nie osiadało. co usprawiedliwia
powyższą zasadę uważania punktów o p ~~w~~ ~~d~~ (w środku grubości Sklepienia branych)
za punkta nacisku pęknąć mogącego lub pękniętego
Sklepienia. –

W zakre wreszcie Ponieważ gdzie z ścisłością ma:
tematyczną o prawdziwych mieyscach pękania Skle:
pień, a zatem o punktach nacisku szczególnych iego
części wyrzec się nie da, trzeba raczey rzecz brać z wzglę:
du większego bezpieczeństwa, to iest uważać Skle:
pienia w ich krytycznieyszem raczey położeniu iak
lepszem, ażeby nie być powątpiewaiącym w za:
stosowaniu swoich zasad w praktyce –

Nim przystąpię do podania sposobu obrachowy:
wania Pręzenia Sklepień tak w 3 mieyscach łama:
ć się mogącym w celu znalezienia iaka im grubość
murów przystoi w stanie równowagi, nie od rzeczy
będzie przytoczyć że:

Sklepienia rysować się i walić mogą mimo nay:
85 mocnieyszych murów – Przyczyna tego być może u
kiedy mury chociaż grube dostatecznie opadaią nie będą:
na gruncie dobrym osadzone – albo kiedy Sklepie:
nie iest zbyt cienkie w stosunku do swey szerokości
i rodzaiu obłączystości, albo kiedy się ie obciąża
bardzo w środku lub z boku.

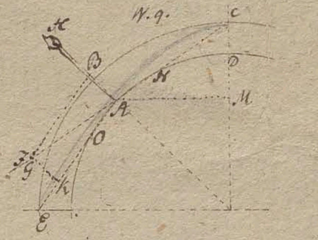




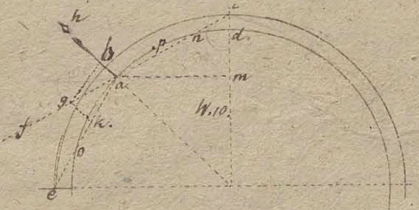
Wzory pob: okazuią iasnie iakie położenie w ow czas biorą rowne części Sklepienia kiedy iest obciążone nierowno.

Każde Sklepienie z iakieykolwiek przyczyny popękane poty się nie zwali poki przekątnia któreykolwiek iego części uległey nie przyidzie do położenia horyzontalnego, i tak we Wzorze 2 poty ~~części~~ sklepienie ~~nt~~ ~~się~~ nie zwali poki przekątnia dk czyli af tego części np nkpd nie weźmie położenia xz. co bez wyparcia muru at na bok o linią ax to iest o tyle o ile linia af iest dłuższą od az nastąpić nie może — Tę uwagę łatwo zastosować można i do Wzorów 7. 8. Jakoż iest przyczyna dla ktorey Sklepienia czasem nawet bardzo porysowane utrzymują się, a nawet utwierdzane być czasem mogą Klinowaniem. —

Im materyał słabszy i kruchszy tem prędzey kra: węgle a.k.e odłupywać lub odkruszać się będą tem przez to przekątnie af, że się więcey ukrocą a zatem tem mniey mur at będzie potrzebował być wypartym na bok, to iest o tyle mniey o ile linia op iest krotszą od da Wzor. 3.



Ztąd także idzie że rysy w Sklepieniach płaskich są niebezpiecznieysze iak w połkoło: wych bo przekątnie części Sklepien między pęknięciami maią ~~więcey położenie od horyzontal:~~ rozwartszy między sobą kąt formuią iak w połkolowych. a zatem ich długość mnieyszą iest w stosunku do linii łączącey punkta ~~spodnie~~ pękniętaw spodnie lub wierzchnie iak w Sklepieniach wyższych. —



Z względu wewnętrzney swey mocy Sklepienia grubsze są korzystnieysze iak cienkie bo porownywając dwa sklepienia W. 9. 10. iedney szerokości połkoliste ale iedno grubsze dwa razy iak drugie. Przekątnia AC z przekątnią AE ~~w~~ mnieyszą kąt FAE formuią niżeli iest kąt fae. Jeżeli sobie więc wystawiemy przez linie GA, ga, siły z iakiemi części Sklepien BACD bacd cisnęły na Punkta A, a w kierunkach CA, ca, i rozłożemy ie na dwie inne AB, AK, ab, ak, w kierunkach AE, ae i do nich prostopadłych AK, ak pokaże się siła K ~~większa~~ mnieyszą niżeli razy

dwa od siły h chociaż Sklepienie ABCD tylko 2 razy cięższe od Sklepienia $abcd$. Zkąd widać że parcie Sklepienia grubszego nie iest tak silnem w proporcyi iak Sklepienia cieńszego.

Ponieważ nadto w tych dwóch Sklepieniach ~~ach~~ AM = am a CM > cm. więc AC > ac; co znowu dowodzi że Sklepienie grubsze w momencie swego zwalenia się daley by odepchnąć musiało ~~BAE~~ niżeli ~~cieńsze~~ - część spodnia BAE - niżeli cieńsze

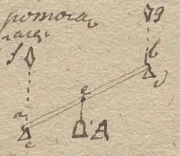
Porównywaiąc z sobą przekątnie sklepienne widzimy że przekątnie AC. AE. spotykaią wypukłość spodnią sklepienia w punktach N O - części więc tych przekątni AN. AO. są w prożni to iest nie mieszczą się w miąższości Sklepienia - lecz bardzo mała pomiędzy niemi a wypukłością wewnętrzną Sklepienia przestrzeń pozostaie tak że ie za należące do niey uważać można -

Lecz części podobnez an ao Przekątniów w Sklepieniu cieńszym wypadaią nierownie dłuższe i wypukłość Sklepienia inaczey się nad niemi wznosi -

Jest więc podobieństwem ~~Można więc przypuścić~~ żeby wszystko iescze pękać mogło w dwoch mieysach p k czego w sklepieniu grubszem przypuścić by tylko z trudnością można - W ogólności mówiąc im Sklepienie cieńsze tem w więcey mieyscach rysować się może iako grubsze

Sklepienia więc grubsze w sobie uważane są mocnieysze od cieńszych ale grubszych podpor to iest murow pod sobą wymagaią - Za pomocą ~~ła~~ żelazy można ie wzmocnić nie zbyt obciążaiąc.

Lecz wrocmy się do rzeczy:

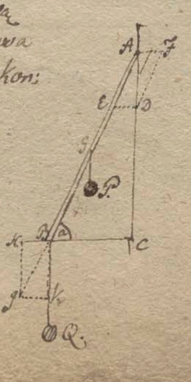


Wiadomo z Statyki że Belka ab ciśnie pionowo ~~na podstawki~~ c,d połową swego ciężaru na każdy podstawek c,d, ieżeli iest iedney grubości wszędzie bo ieżeli w środku iey e zawiesiemy ciężar A równy ciężkości samey belki na przeciw ab bez ciężkości żadney uważanym dwie siły f g z których każda $= \frac{A}{2}$ zostaną z tymże ciężarem A w równowadze iakikolwiek by było położenie pręta ab; równie się że kierunki sił f. g to iest linie af, bg są pionowe, tak iako i samego ciężaru A. -

Jeżeli ciężar A nie w środku będzie ciśnienie $c = A\frac{eb}{ab}$ bo $ab : eb = A : c$. ciśnienie d będzie $= A\frac{ae}{ab}$.

Niech AC będzie ściana pionowa BC podłoga pozioma. AB krokwa iednakowey grubości od końca do końca wspiera się na ścianie AC Końcem swym A, zaś wsparta iest końcem B na podłodze BC. Odłożywszy na bok tarcie rzeczy my

1º iakiey iey będzie ciśnienie



Jeżeli punkt S nie iest w środku długości krokwy. będzie ciśnienie pionowe $AD = P\frac{SB}{AB}$. ciśnienie $Q = P\frac{AS}{AB}$. pionowe.

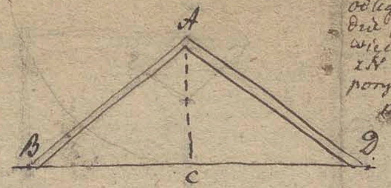
więc $AF = P\frac{SB}{AB} \times \frac{BC}{AC}$ także równe AB.

zaś AE będzie $= P\frac{SB}{AB} \times \frac{AB}{AC}$. że $Bk = AD$ więc ciśnienie pionowe na punkt B będzie $= Q + Bk$ to iest

$$= P\frac{AS}{AB} + P\frac{SB}{AB} = P\left(\frac{AS+SB}{AB}\right) = P.$$

horyzontalne na ścianę AC
2° Jakie będzie ciśnienie iey horyzontalne w punkcie B. czyli iaka iey iest siła rozpieraiąca.
3° Jakie sprawia ciśnienie pionowe w punkcie B na podłogę — to iest w kierunku BK.—
Kąt ABC iaki robi z podłogą nazwiemy a.
Podług tego co się powiedziało iezeli P oznacza ciężar zawieszony w środku pręta AB bez ciężaru uważanego i rowny ciężkości krokwy — ciśnienie iey pionowe na każdy z punktow A. B będzie $= \frac{P}{2}$
Zrobmy $AD = \frac{P}{2}$ wykreślmy rownoległobok ADEF.— Linia AF będzie wyrażała siłę horyzontalną czyli parcie horyzontalne krokwy na ścianę AC w punkcie A.— Linia zaś AE będzie wyrażać siłę działaiącą na punkt B w kierunku AB. Przeciągnijmy AB do J tak ażeby było BJ = AE więc AE będzie wyrażać tę siłę, rozłożmy ią na dwie inne t. i. horyzontalną KB i pionową BK.
Ponieważ ΔΔ ABJ AED są rowne i podobne więc KB = ED = AF zkąd widać że ciśnienie konca krokwy A horyzontalne na ścianę AC iest rowne ciśnieniu horyzontalnemu konca iey dolnego B w kierunku horyzontalnym BK.—
Tu także widać że im kąt pochylenia krokwy a będzie większy tem też i kąt ABJ iemu przeciwległy będzie większy a zatem tem linia KB będzie mnieysza względnie BJ, czyli tem ciśnienia horyzontalne ~~w kon~~ ~~cach~~ krokwy w koncach będą mnieysze.—
Co się tycze ciśnienia pionowego krokwy w punkcie B, widziemy że z rozkładu siły BJ ~~rozłożona~~ na BK i BK ~~będą~~ linia BK oznacza ~~sił~~ ciśnienie pionowe krokwy ze zaś to BK = AD zaś AD zrobiliśmy rowne ~~ciężko~~ połowie P czyli połowie ciężkości krokwy, więc siła pionowa BK będzie $= \frac{P}{2}$. teraz powiedzieliśmy że ~~ciśnienie pio~~ ciężar krokwy ciężył na każdy iey koniec siłą = połowie swego ciężaru to iest siłą $= \frac{P}{2}$. dodawszy więc $\frac{P}{2} + \frac{P}{2}$ wypadnie ciśnienie krokwi pionowe na podłogę rowne ciężarowi całemu krokwy, tak właśnie iak gdybyśmy ią pionowo na punkcie B postawili.
Że ΔΔ ADE ABC są podobne i dadzą AD:DE = AC:BC. zkąd wynika że połowa ciężaru krokwy ma się tak do ciśnienia iey horyzontalnego w ktorymkolwiek koncu iak się ma AC: BC czyli iak wysokość Dachu do połowy iego szerokości

Maiąc dwie Krokwy ABAD co całkę znaleźć siłę działania usiłuia przez horyzontalne w końcach B. D.



Nazwiymy połowę szerokości Dachu $Bc = cD = \frac{1}{2}\delta$. Długość krokwy $AB = AD = \partial$. Wysokość $cA = w$ ciężkość stopy długości krokwy $= g$ kąt $ABc = \&$. Siłę rozpierania horyzontalną krokwiow w B lub $D = R$.—

Łatwo sobie podług tego co się wyżey powiedziało można wystawić że tutay krokwy wzaiemnie zastępuią sobie mieysce ściany pionowey AC [illegible] i że tutay siły horyzontalne w A ponieważ się z obu stron równe wzaiemnie się niszczą – a zatem:

Siła horyzontalnie przeciąża $R = \frac{1}{2}P$. dostateczna. Lub po prostu biorąc ponieważ się okazało że Pół ciężaru krokwy ma się siły R iak się ma wysokość Dachu AC: połowy iego szerokości t.i. $\frac{1}{2}P : R = Ac : Bc$ więc $R = \frac{1}{2}P \times \frac{Bc}{Ac}$ czyli $R = \frac{bg}{2} \times \frac{s}{2w} = \frac{bgs}{4w}$. +

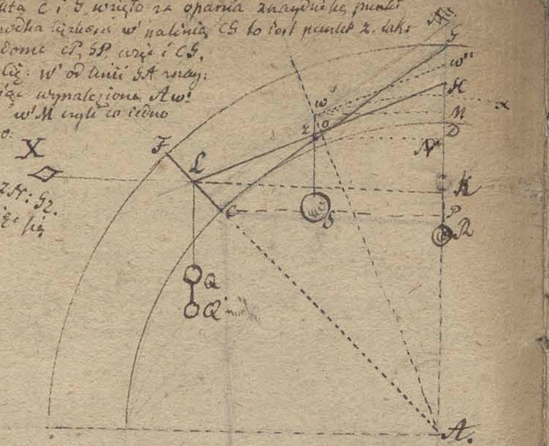
Z czego się pokazuie że im wysokość dachu będzie mnieysza, zostawiaiąc też samą szerokość tem przeciwnie będzie na boki większe – 2° także będzie przecięcie większe im krokwy będą cięższe to iest grubsze – 3° im przy iednakowey wysokości szerokość Dachu się zwiększa –

Zastosuymy te zasady do wyrachowania li: smienia części Sklepienia CFGD we wzorze 5. biorąc punkta A i L za punkta nacisku, to iest linią LH iakoby krokwę, w którey środku iest zawieszony ciężar S równy powierzchni $FSDC = 31,82$. Linią KH uważać tu można za wysokość Dachu, Linią LK za połowę szerokości.. zas $AK = HA - KA = 3,954'$ a $LK = 9,546'$ więc przecięcie tego Sklepienia horyzontalne X w kierunku LX będzie $= \overset{15,91}{\cancel{31,82}} \times \frac{19,092}{15,816}$ $= 38,41$ zamiast 31,82..

$\frac{3,954}{9,546}$

Ściśle rzecz biorąc ciężar S czyli Powierzchnia Sklepienia CFSD we wzorze 5 nie może się uważać iako zawieszona w środku linii LH. to iest w punkcie o ale w punkcie z, w przypuszczeniu że punkt w' iest środkiem ciężkości Powierzchni CFSD – Wynaleźliśmy było że

BD gdyby się punkta c i S wzięto za oparcia znaydziemy punkt padania $\perp^{ey}$ od środka ciężkości w' na linią CS to iest punkt z. Lecz w Δ CPS są wiadome CP, SP, więc i CS. odległość środka cięż: w' od linii SA znay: dziemy także maiąc wynaleziona Aw'. więc znalazłszy w'M czyli co iedno zN utworzy się proporcya: $CP : CS = zN : Sz$ [illegible] więc Sz ma i cz.



+ Środek ciężkości tey Powierzchni w' iest oddalony od punktu A o 13,21 stóp – Że kąt w'AS iest $= 22^\circ 30'$, zakreśliwszy z punktu A promieniem Aw' łuk w'x i z punktu w' poprowadziwszy $\perp$ w'w'' do Aw', ta linia w'w'' będzie styczną kąta w'AS – i iey długość będzie $= 5,47176$ stop bo Log: Stycz: $22^\circ 30' = 9,6172243$ co odpowiada liczbie 0,4142135, co pomnożone przez Aw' czyli 13,21 da 5,47176 stop. Lecz linia LH iest $//^e$ do w'w'' zatem przez punkt w' spuściwszy $\perp^r$ w'z będzie $zH = 5,47176$ stop.—
Ze Linia cała $LH = 10,3324545$ stop bo.

Lo iest wstawą kąta LAo mającego $22^\circ 30'$ i należącą do promienia LA równego $13\frac{1}{2}$ stop. – zaś Logarytm stoss: $22^\circ 30' = 9,5828397$ który odpowiada liczbie 0,3826835, więc cały cięciwa $= 0,765367 \times 13,5$ $= 10,3324545$.

Zatem $Lz = LH - zH = 10,3324545 - 5,47176 = 4,8607$.
Utworzmy proporcyi:

$LH : zH = S : Q$ będzie $Q = \frac{31,82 \times 5,47176}{10,3324545} = 16,85$

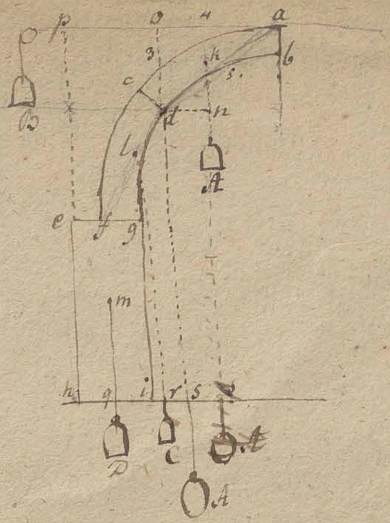
$LH : Lz = S : R$ będzie $R = \frac{31,82 \times 4,8607}{10,3324545} = 14,97$

Że $HK = 3,954'$
$LK = 9,546'$
więc ciężar R ciśnący pionowo i wyrównywaiący 14,97 stop $\square$ będzie miał ciśnienie horyzontalne X wedle $KH = \frac{14,97 \times 9,546}{3,954} = 36,14$

Całe ciśnienie pionowe w L to iest $Q+R' =$ będzie zawsze 31,82. to iest $= R + Q$.—

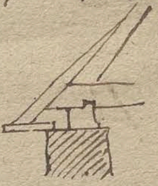
Więc 36,14 iest siłą X zamiast 38,41 lub 31,82. iak wyżey.—

Podług Ściągalina Łatwo poznaie ze Dzwono abcd, tak iak z drugiey strony wiec odpowiedaiące złoto podstawka d obraca się ku wewnątrz — Moment iego będzie wyrażony przez iloczyn tego ciężaru A przez ramie dn którego długość ograniczy d a linią kn ze środka ciężkości k poprowadzona — Aby to dzwono w równowadze utrzymać na punkcie d, potrzeba przydać siłę B poziomo ciągnącą ~~to~~ w punkcie a przyczepioną to iest w kierunku ap i ta siła tak musi być wielka aby pomnożona przez ramie do była równa momentowi ~~tego~~ ciężaru Dzwonu A — to iest aby B X do = A X dn.

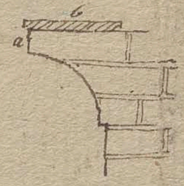


o. Gzemsach

Okap Dachu iest potrzebnym dla oddalenia wody de-
szczowey od murow —
Nayprostszy sposob zapełnienia przestworu pomiędzy
krawędzią Okapu a murem iest przybiiaiąc deszczkę
do przyczułkow i wspieraiąc ią drugą krawędzią na
murze —
W Domach poroślnieyszych ten Prze-
stwor wypełnia się murem, wypu-
szczaiąc cegły z nad siebie, obciosu-
iąc ie i obrabiaiąc młotkiem mu-
larskim okrągławo podług potrzeby



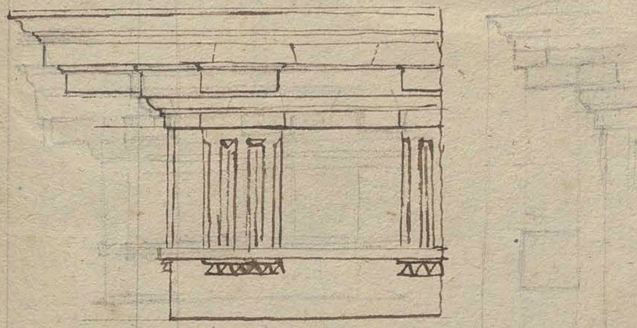
Nayprostszy Gzems iest tak zwana Uhkela czyli
Hohlkehle czyli Połzłobek wielki ktoremu daią 9 do
12 cali wyskoku — Większość wyjmu-
ią się w cegłach z gruba, a tynkiem
się ią wyrownywa na czysto — Że zaś
krawędź a bardzo się przez obciosanie
osłabia, i łatwo odkruszać się może
dla tego zwykło się na niey kłaść
deszczkę, ażeby ciśnienie okapu dachu nie na iede
punkt działało ale się rozdzielało na większą długość
Ta deszczka b iest ieszcze dla tego potrzebna ażeby
woda przecisłaiąca się przez pokrycie Dachu nie za-
makała Gzemsu. — Dla tego nad tym iak na innym
rodzaiu Gzemsow drewniana bywa.



W układaniu Gzemsow z cegły, trzeba uważać na
rownowagę cegły nie bardziey ie wypuszczaiąc iedne
z nad drugich iak by się utrzymać mogły.
Lecz wyskok Gzemsów naywięcey rowna się ich
wysokości, [illegible] co czyni kąt 45°, mogły-
by więc wszelkie Gzemsy z cegły bydź układane bo wy-
puszczanie iednych z nad drugich byłoby tylko rowne
grubości cegieł czyli ¼ ich długości, gdyby wszystkie
członki iednostaynie po sobie następuiąc nie czyniły
znacznych wyskokow, co iednakowoż nie iest, bo
korona czyli płyta iedna z nayglownieyszych części
Gzemsu zawsze naywydatnieyszą się robi i naywy-
szą tak że częstokroć iey wyskok przechodzi połowę
długości cegły wypuszczoney, a zatem przechodzi spo-
sobność utrzymania się iey zeby na murze — Zaradza
się temu obciążaiąc ią z tyłu zaraz w murowaniu
innemi cegłami — Zawsze iednak bezpieczniey trzymać
się iest prawidła nigdy więcey nie wypuszczać cegieł
z nad siebie iak o połowę ich długości nie będące

przekonanym o iey Dobroci — lub niechcąc
wzmacniać Wyskoku Gzemsu Ankrami żelaznemi
Podług więc tego wyskok Płaty nie mógłby bydź
większy iak 6 cali z zwyczayney cegły —
Gdyby wypadło większy dadź wyskok koronie
można kazać w cegielni wypalić cegłę dwa razy tak
długą lub blisko dwa razy iak ma bydź ten wyskok
np. 16 lub 18 cali maiącą 3 do 3½ cali grubą
możnaby z niey dadź Koronę o 8 lub 9 calach wy:
skoku —
Kiedy cegła mocna i wapno dobre nadto ieszcze
w murowaniu Gzemsu na dobre wiązanie się zważa
w mur baczność się daie można Koronę wypuścić
na ⅔ długości cegły, ⅓ część ią w mur wpu:
szczaiąc, i tak z cegły zwyczayney możnaby
dadź wyskoku Korony 8 cali — z cegły umyśl:
nie robioney 16 lub 18 calowey, wyskok na 10
lub 12 cali — to iednak zawisło od tego czyli
wierzch muru z którego gzems wyprowadzony
może bydź nadmurowanym nieco wyżey ażeby
przez obciążenie go zabezpieczyć go żeby nie od:
szedł od równowagi. lepiey z tyłu
Obcinanie cegieł instrumentem murarskim iest rze:
cz ~~robota~~ pracowite i kosztowne, lepiey zwłaszcza
w większych fabrykach kazać w cegielni wypalać
ie w formach osobnych. — Oszczędzi się przez to Ma:
teryału bo przez okrzesywanie cegieł wiele się ich
psuie, robota bardzo powoli idzie. Takie cegły w:
wiązać Gzemsowkami.
Podług tego co się wyżey powiedziało nie mo:
żnaby z cegły zwyczayney robić więcey wyskaku:
iących Gzemsów iak na 2 stopy — Niektórzy dla
umocnienia Płaty w większych Gzemsach daią wsporni:
kom pod nią będącym więcey wyskoku, czego do:
radzać nie można iako rzecz sprzeciwiaiąca się
piękności Okrojów — Lepiey w takim razie uży:
wać na Koronę Kamienia ciosowego —
Gzemsy maiące koronę kamienia ciosowego
mogą bydź wielkiego wyskoku zwłaszcza uży:
wszy długich ciosów czyli płazów kamiennych
głęboko w mur zapuszczaiąc ie nogą — pod
i nad koroną można użyć cegły zwyczayney
lub Gzemsówki.

Gzemsy Dorychie z mutulami, ieżeli ich wyskoki
cały $1\frac{3}{4}$ stop iub przechodzi mogą bydź całkiem z cegły
~~to iest~~ potrzeba iednak na mutuły kazać wypalić
cegłę ~~wie~~ $5\frac{1}{4}$ cali około szeroką a 18 cali długą, ażeby
6 calami w murze na spodnieyszey części gzemsa leżała
i 11. lub 12 calami występowała —



Dwie takie cegły będą miały szerokość mutułu wraz
z listwą średnią i otynkowaniem — Możnaby na:
wet zmnieyszyć ich wyskok o tak $\frac{1}{2}$ ażeby o ~~tekże~~ dwa calami
cegły głębiey bydź w mur zapuszczone, a tynkiem
dobrym grubiey to z przodu nadgrodzić —
Że zaś odległość w świetle między mutułami iest
$16\frac{1}{2}$ cali czyli na $1\frac{1}{2}$ cegły blisko, a zatem od iednego
do drugiego mutułu cegła zwyczayna by nie przestała
dla tego potrzeba te cegły które płatą ze wnątrz formować
maią składać z ukośnie przycinać to iest te które leżą
na końcach mutułów powinny bydź ~~w końcach~~ w spodzie ścięte
iak od góry, te zaś co nad metopami, ścięte od góry
tak aby z sobą zetknięte równą miały powierzchnię
pod spodem — Że te cegły tylko zaymuią 6 cali z pod:
niebitki Korony i leżą równolegle na końcach
mutułów, dla tego reszta szerokości 6 lub 7 cali wy:
pełni się cegłą w mur wpuszczaną po nad mutuła:
mi i nad metopami — Jak się reszta gzemsu wy:
kończy niepotrzeba opisu — to tylko się dodać musi
że w czasie tey roboty ~~na~~ cegły stanowiące mutuły
ponieważ tylko 6ą calami na spodnich cegłach leżą
a 12ą występuią, utrzymać by się nie mogły potrzeba
ie więc obciążać zaraz za niemi i nad niemi wy:
pełniać mur prowadząc równie iak i te cegły które
tylnią część podniebitki korony stanowią —
Jeżeli by się na mutuły użyło kamienia płaskiego
długiego i dostatecznie grubego tak żeby w mur pełny zachodził kilkoma
lub kilkunastoma calami, możnaby Koronę nad
niemi robić z cegły tym samym sposobem nawet
w Gzemsach Doryckich 3 stopy wyskoku maiących.

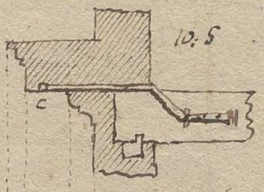
Jak w tym rodzaiu Gzemsu Dorychego iako i wszelkich innych naytrudnieysze iest wiązanie cegły w Narożnikach, dla czego nayczęściey uzywa się na Koronę w tych mieyscach ciosu kamiennego — Zaniedbanie tey ostrożności często bywa przyczyną obrywania się Gzemsów w Rogach

Gzemsy ozdobne z Modylionami mogą także bydz z cegły wyrabiane — lubo nayczęściey się z ciosowego kamienia w nich robią Korony Modyliony w Gzemsach wszelkiego wysztuku —

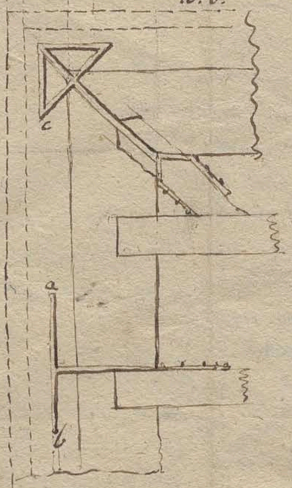
Kiedy z cegły koniecznie wypada zrobić Gzems z Koroną bardzo wyskakuiącą, tak żeby cegły po więcey iak połową swey długości wypuszczane bydz musiały i były nie dosyć mocne to iest w mieray lepszym gatunku żeby mogły znosić ciężar wyższey części Gzemsu wtenczas wzmocni się koronę od spodu ankrami żelaznemi —

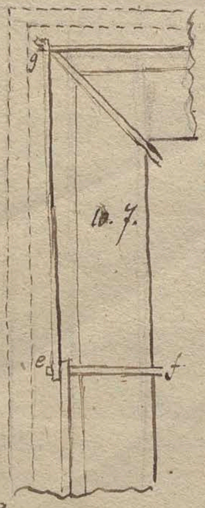
Niektórzy daią tym ankrom kształt taki iak ankrom Strzygarzowym N. 5. 6. z tą różnicą że zawłoka ab iest horyzontalną — Takie anky daią się co 5 lub 6 stóp, lub co trzecia Belka — Tu się widzieć daie że w odległościach ac pomiędzy końcami zawłok Gzems się spoyno:

10. 5



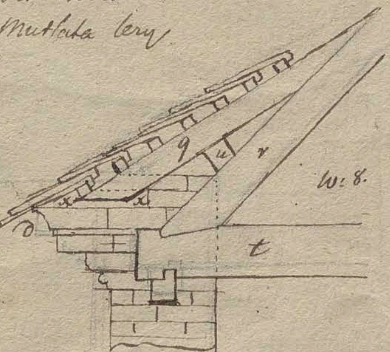
10. 6.





się swoią u: trzymywać będzie musiał — Często raz dawać Anky byłoby kosztownie, dla czego lepiey iest kłaść co 3 lub 4 stopy pręty żelazne ef kro 7 płaskie czyli szyny które w razie gdyby ~~Gzems~~ korona wyżey wypada iak Belki podobnież do nich mogą bydz przytwierdzone, wygięte — Na Końcach zas szyn kładą się wpodłuż pręty inne żelazne dźwigaiące Koronę w całey iey długości

Wzor. 7 okazuie taturęysry sposob podparcia koro-
ny w Narozniku wzeli Wzo 6.-
Podparcie to zelarem powinno występowac po za
srodek podsięrbitki korony c Wzor. 5
Tam gdzie cegły na zawołach lub przesłach żelaz-
nych wspierać się maią, powinno się w nich robić
wyięcia tak głębokie i szerokie iak iest grubość żelaza
dla tego azeby spodnia powierzchnia Korony i
spodnia powierzchnia żelaza z sobą były rowno
Powiedziało się wyżey iak korzystną iest niera[z]
używać Gzemsowek zamiast cegły, dla uniknie-
nia wielości tych Gzemsowek można używać i
Dachowki układaiąc ią warstwami pomiędzy
warstwy Gzemsowek dla uformowania listewek
przeciłowo itp:-
Na wiązaniu cegły w Gzemsach wiele zawisło
zawsze słongi niższych warstew powinny bydz
przykrywane cegłami wyższemi - Nadto azeby
zewnętrzne cegły lepiey z temi co do muru należą
powiązać potrzeba żeby ~~rodze w drze~~ ile zachwytały
iak nayglębiey ~~zdząd~~ ~~to~~ prawidło ~~nie tro~~
wynika że cegły w Gzemsach wszystkie poprzecznie
do muru nie podłużnie kładzione bydz muszą
oprocz przypadku wyzey opisanego ponad murła-
tami i to tylko od kraiu -
Często ozdobienie zewnętrzne wymaga żeby Gzems
był wyzey iak Murłata Dachowa-
wtenczas poniewaz Murłata leży
na przodku muru i
belki, Koncami na
niey leżące daley da-
ley występuią, Gzems
więc nie wpędzie
przez całą grubość
muru wiązany
bydz może, owszem
napierciało Koncow
Belek mało mu po-

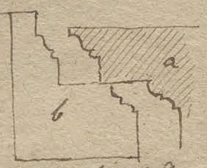


zostanie mieysca azeby się mogł sam utrzymać, wtym
razie potrzeba go obciążyć z tyłu, wymurowuiąc mur
po nad murłatą a nawet po nad Belki pomiędzy
przysrubicami f. Krokwami v, - We wzore ty-
widzieć będzie że Końce przysrubicy nie dochodzi
do Gzemsu ale zostaie pod nim światło xx naj cała naymniey calla tego
azeby przysrubica nie cięzata na Gzems- Podkładki
u używamy ią w przywoitem położeniu.

Wzor 8. wystawia pokrycie Dachowkowe nad Gzymsem — Koniec przyszczytnicy nie powinien bydź większy odległości od Krawędzi Gzymsu d iak o 6 cali. Pierwsza łata tak się przybiia na końcu przyszczytnicy, ażeby Dachowka 16 cali długa, występowała za Krawędź Gzymsu naywięcey 5 calami — Więcey iak 5 cali okapu dawać nie trzeba boby Dachowka pod ciężarem Sniegu lub odłamywał by się mogła, kiedy zwłaszcza gdyby była nie dobrze wypalone; drugi rząd dachowek następnie także się układa, trzeci tak żeby ich końce okrywał ~~ko~~ Krawędź Gzymsu — daley łaty pozyde tak iak ~~roch~~ się mowiło o pokrywaniu Dachowką powiedziało. — Te pierwsze Dachowki kładą się na wapno; lepiey iednak będzie dawać pod nie: rynny blaszane odprowadzaiące wodę na boki nad drzwiami Domu ażeby przez to cześć razowiecz przychodkom przez okrywanie się Dachowek wynikaiącym.

Mowiąc o Porządkach powiedziało się że przeznaczeniem Korony w Gzymsach iest oddalać wodę od domu, żeby się zaś po murach nie szerzyła w podstępiwe robione były rowki okapowe — W Gzymsach iednak z cegły obcinaney lub Gzymsowki potem Wapnem tynkowaney ~~spod~~ Korony te nie mogą odpowiadać celowi, ani nawet nie mogłoby bydź dobrze dopuszczać wodę do niey boby się cegła prędko psuła i odpadała — Okap Dachowy iest nieżbędnie zawsze potrzebnym, i ten iest ktorego rzeczywistem przeznaczeniem iest oddalać wodę spadaiącą ~~spod~~ poważnieyszy mur —

Gzymsy tak z cegły utorone potem się tynkuią czyli wyciągaią — tym końcem robią się z Deszczki forma maiąca wycięcie podług Obrazu Gzymsu — Oczyściwszy cegły z prochu i pędzlem mularskim ie skropiwszy dostatecznie narzuca się na nie Zaprawą wapienną grubo, i wspomnioną formą, We wzore 9 b iest takową formą a Gzyms. — Żeby rowno deszczką przesuwać przybiiaią się w gorę i spodzie łaty rznięte na Gzymsie — a nawet ~~ich~~ trzy ieżeli Gzyms wielki dwoma formami wyciągać wypadnie —



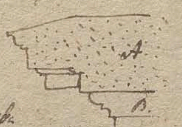
Wzor. 9.

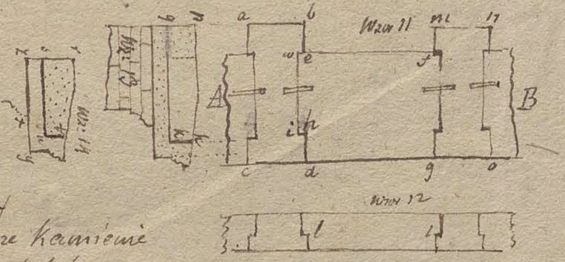
Oprocz Gzymsow podokapowych są iesscze inne iakoto Pasy międzypiętrowe, Szczyt arkad — Impostsy Frontony okienne — Obolnia itd: te powinny bydź

wprzód z cegły wytorone a dopiero wapnem odciągane — tylko bardzo małe Gzemsiki ze wapna można samego wyciągać — Tak do wielkich iako i małych Gzemsowań użycie Gzemsówek wiele pracy i kosztu oszczędzi może robiąc robotę doskonalszą, bo na Gzemsówkach umyślnie robionych maięc ucc. tak gruby tynk wapienny będzie mógł być dany iak na cegle krzesaney. —

Gzemsy z Kamienia Piaskowego obrabianego

Wszpolicie spodnia część Gzemsu robi się z cegły — a Korona z wierzchnia część Gzemsu z Kamienia piaskowego — Jeżeli pod Koroną maią być dane Modyliony, mutuły te się także wycinaią w iednym i tym samym kamieniu z którego Korona i nadkoronie wykute W.10. A, spodnia część Gzemsu B iest z cegły lubo by mogła być i z kamienia piaskowego także. —



W.10.

W takich Gzemsach kamiennych potrzeba dawać co 3 lub 4 stopy przęgtowniki abcd gmno Wzór. 11. podług długości Kamieni to iest takie sztuki ciosu któreby przez całą grubość muru przechodziły swoią długością. A pomiędzy niemi krótsze kamienie edgf, to iest tyle przynaymniey długości ma iące, iak wyskok ich wynosi w Gzemsie to iest aieby miały długość xy Wzór 14 naymniey wyrównywaiące 2 razy xy — Nie przypieraią ież tego do przęgtowników ale są wpuszczone w nie — To iest w przęgtownikach abcd mnog robią się wycięcia z obu stron hikio na 1 lub 1½ cala szeroko pewney części tylko ich grubości np do połowy — Wzór 13 okazuie to wycięcie pqkh Wzór 14 zaś okazuie średkowy Kamień który odpowiada kamieniowi efdg we Wzorze 11. — W tym Wzorze 14 rsut iest wypuszczona część boku kamienia na 1 lub 1½ cala która wnika w wycięcie pqkh Wzór 13; Wzór 12 iest przekroiem podług linii AB i wystawia lepiey iak kamienie w siebie wnikaią w l.l — Że to wpuszczenie nie może być widocznem patrząc na Gzems z przodu pokazuie się ztąd że wycięcie hk iest o kilka cali od okroju Gzemsu, zdaie się więc iakoby tego do siebie przypierały.